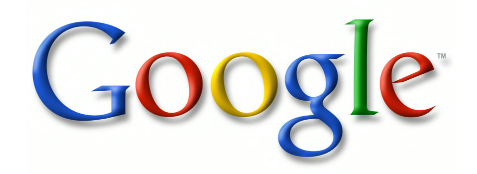
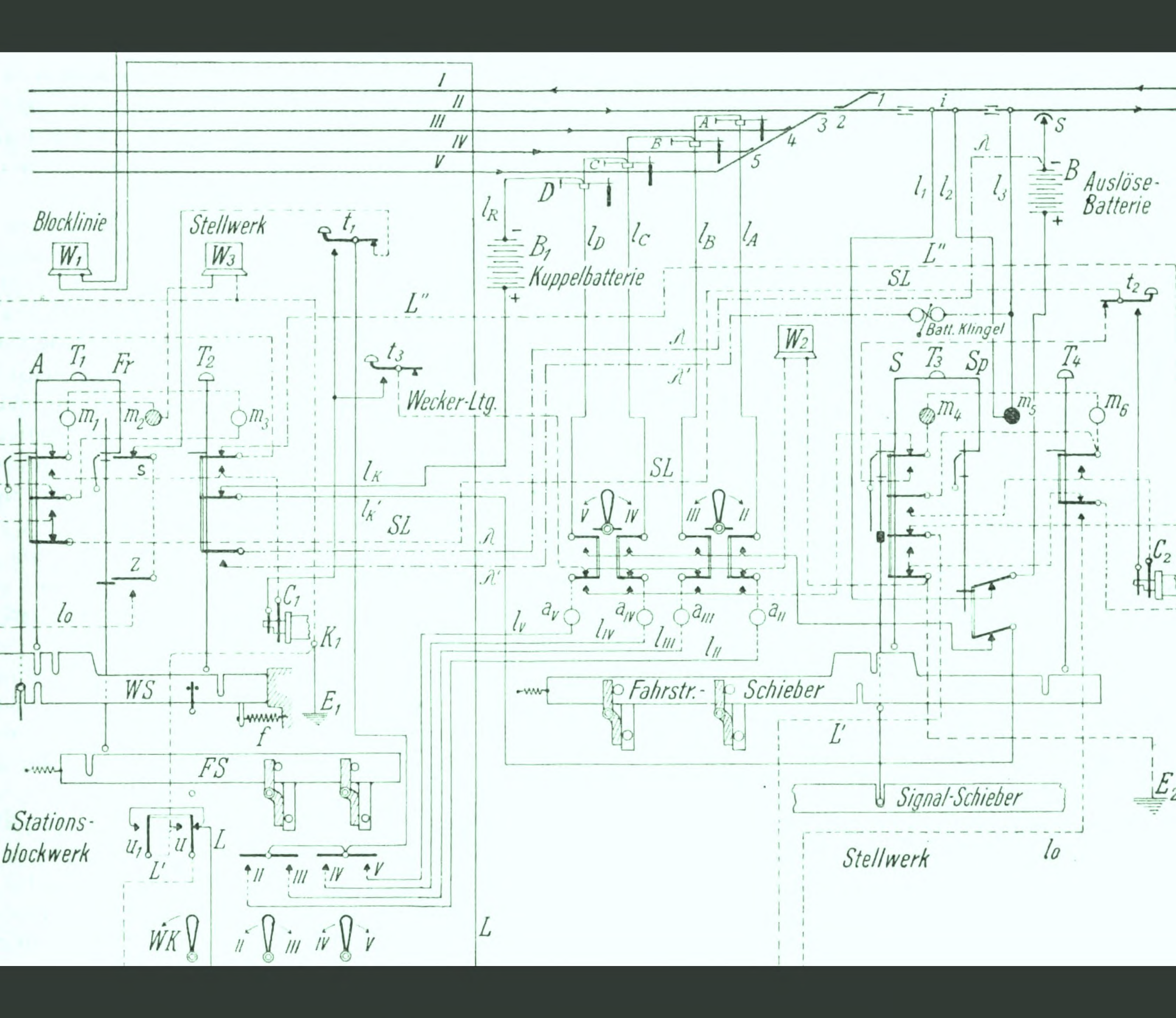




Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



Google



ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

FACHBLATT DES VEREINES DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

UNTER MITWIRKUNG FÜR DEN MASCHINENTECHNISCHEN TEIL

VON

F. Rimrott,
Ober- und Geheimem Baurate,
Mitgliede der Königlichen Eisenbahndirektion
Berlin,

und

E. Weifs,
Regierungsdirektor,
Abteilungsvorstande der Generaldirektion der Bayerischen
Staatseisenbahnen zu München

herausgegeben von

G. Barkhausen,
Geheimem Regierungsrate,
Professor der Ingenieurwissenschaften, zeitigem Rektor der Technischen Hochschule zu Hannover

EINUNDSECHZIGSTER JAHRGANG.

NEUE FOLGE. DREIUNDVIERZIGSTER BAND.

1906.

MIT ZEICHNUNGEN AUF 48 TAFELN UND MIT 126 TEXTABBILDUNGEN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1906.

I. Sach-Verzeichnis.

1. Übersicht.

2. Einzel-Aufführung.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Zeitschriften mit ** bezeichnet.)

8. Signalwesen

9. Betrieb.

10. Elektrische Eisenbahnen.

11. Technische Litteratur.

II. Namen-Verzeichnis.

(Die Originalbeiträge sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Druckschriften mit ** bezeichnet.)

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. 1. Heft. 1906.

Die vierzylindrige 1—3—1fach gekuppelte Schnellzuglokomotive Serie 110 der österreichischen Staatsbahnen.

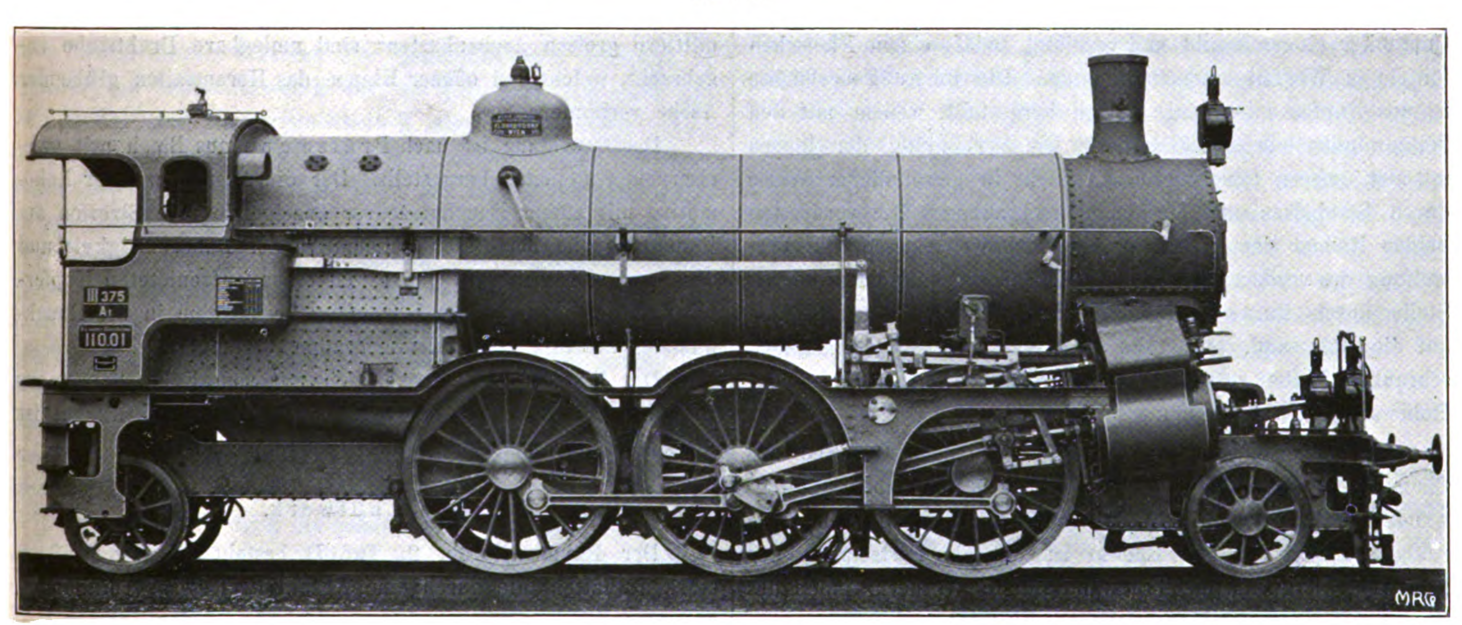
Von **J. Rihosek**, Oberingenieur im Eisenbahnministerium in Wien.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln I bis IV.

Die immer mehr steigenden Anforderungen des Verkehres machten den Bau einer neuen leistungsfähigen Lokomotive nötig, die auf Flachland- und Gebirgstrecken bis zu 20 ‰ Steigung schwere Schnellzüge mit hohen Geschwindigkeiten ziehen soll. Im Eisenbahnministerium wurde für diesen Zweck von Herrn Oberbaurat Karl Gölsdorf eine Lokomotive nach der in Amerika unter dem Namen »Prairie« bekannten Achsanordnung mit einer Laufachse vorn, drei gekuppelten Treibachsen in der Mitte und einer Laufachse hinten als Vierzylinder-Verbundlokomotive entworfen, der Bau wurde der Wiener Lokomotiv-Fabriks-Aktiengesellschaft in Floridsdorf übertragen. Im Januar 1905 zur Ablieferung gebracht, erregt diese neue, mächtige Lokomotive allgemeines Aufsehen. Diese Achsanordnung war bisher in Europa nur bei Tenderlokomotiven zu finden, sie ist nun zuerst bei einer Schnellzuglokomotive mit Schlepptender zur Anwendung gelangt. Auch sonst bietet die Lokomotive eine Reihe beachtenswerter Einzelheiten.

Die Gründe, welche für die Wahl der 1—3—1 Achs-

Abb. 1.



anordnung mafsgebend waren, sind folgende. Mit Rücksicht auf die verlangte grofse Leistung und die in Österreich verwendete minderwertige Kohle war die nötige grofse Rostfläche von 4 qm nur dadurch zu erreichen, dafs eine breite, über die Triebräder hinausragende Feuerbüchse angeordnet wurde. Die Unterstützung dieser breiten Feuerbüchse mufste einer Laufachse übertragen werden. Die äufserst günstigen Erfahrungen, welche mit der Tenderlokomotive Serie 229 derselben Achsanordnung*) bezüglich ruhigen Laufes bei hohen Geschwindigkeiten sowohl in der Geraden als auch in Bogen-Ein- und Ausläufen gemacht wurden, liefsen die Verwendung eines vor-

*) Vergl. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1904, S. 1983.

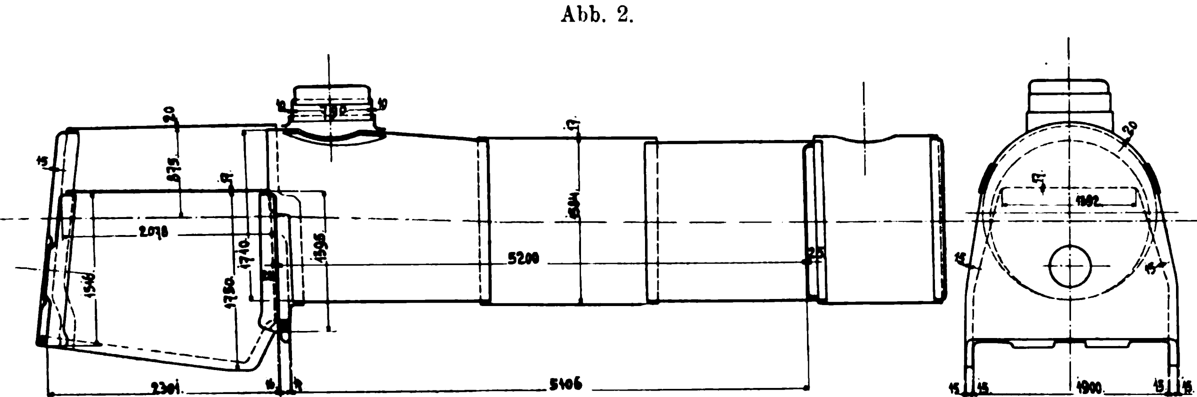
dern zweiachsigen Drehgestelles bei dieser neuen Lokomotive überflüssig erscheinen, umsomehr, als die Lokomotive auf Strecken zu verkehren hat, auf denen der Steigungen und Krümmungen wegen eine Geschwindigkeit von etwa 80 km/St. die obere Grenze bildet. Selbst bei Verwendung auf Flachlandbahnen kommt hier nur die in Österreich gestattete Höchstgeschwindigkeit von 90 km/St. in Betracht. Für höhere Geschwindigkeiten wäre jedenfalls ein Drehgestell mit zwei Achsen angeordnet worden. Durch die Weglassung des Drehgestelles konnte an Eigengewicht erheblich gespart werden.

Die Textabb. 1 zeigt das gefällige Aussehen dieser neuen Form, welche als Serie 110 unter die Betriebsmittel der österreichischen Staatsbahnen aufgenommen wurde.

Der Kessel.

Der Kessel zeigt eine für Österreich ganz neuartige Bauart. Die Feuerbüchse ist verhältnismäfsig kurz, 2550 mm, dagegen breit, 2100 mm. Der Rost von 4 qm Fläche ist also beinahe quadratisch. Die Feuerbüchse besitzt nur eine runde Heiztüröffnung. Das Beschicken des Rostes mit Kohle erfolgt trotzdem auch in den hinteren Ecken leicht und sicher. Um die Triebräder möglichst nahe an die hintere Laufachse rücken zu können, ohne die Krebswand nach amerikanischer Art nach hinten ziehen zu müssen, ist die untere vordere Ecke der Feuerbüchse ausgeschnitten (Textabb. 2). Den Übergang von der mit runder Decke ausgeführten Feuerbüchse zum Rundkessel besorgt ein Kegel-Schufs (Textabb. 2), der den Dom

Abb. 2.



trägt. Die Längsnähte des Langkessels sind mit Doppellaschen und sechs Nietreihen hergestellt, die Quernähte sind überlappt, und mit Doppel-Nietreihen. Die Decke des Stehkessels ist mit den Seitenwänden ebenfalls durch Doppellaschen und sechs Nietreihen verbunden. In diese Laschen sind die Queranker eingeschraubt und vernietet, sodafs eigene Flanschen für sie in Wegfall kommen konnten. Die innere Feuerbüchse ist aus Kupfer mit ebener Decke hergestellt, welche mit den Seitenwänden ein Stück bildet. Die Verbindung der innern mit der äufsern Feuerbüchse geschieht in gewöhnlicher Weise durch Stehbolzen und Deckenankerschrauben. Die vordersten beiden Reihen der letztern sind jedoch weggelassen, die Versteifung des vordern Teiles der Feuerbüchsdecke wird an deren Stelle durch kurze Überlegeisen bewirkt, die sich einerseits auf die Rohrwand, anderseits auf die vorderste Deckenankerschrauben-Reihe stützen. Durch diese Anordnung ist der Rohrwand freie Ausdehnung gewährleistet.

Die Feuerbüchse hat ein 975 mm langes Gewölbe aus Chamotte-Mauerwerk, welches sich auf in den Feuerbüchs-Seitenwänden befestigten Nieten mit aufgeschraubten grofsen viereckigen Köpfen stützt. Ebenso ist die als Fortsetzung der Rohrwand herabgehende Tragwand für die vordern Enden des Rostes mit Chamotte-Mauerwerk ausgekleidet.

Der Rost besteht aus zwei gleich langen Feldern mit 21 mm Spaltenweite. Die Roststäbe besitzen die bei den österreichischen Staatsbahnen übliche Ausführung mit umgebogenen Enden, die eine Änderung der Rost-Spaltenweite auf sehr leichte Weise durch Aufbiegen oder Zusammenhämmern der Enden ermöglicht. In der Mitte zwischen den Rahmen ist ein tiefer vorn und hinten mit Klappen versehener Aschenkasten angeordnet. Für die aufserhalb des Rahmens liegenden Rostteile schliefsen sich an den mittlern Aschenkasten seitliche Taschen an, welche durch eigene mit Riegel verschlossene Klappen von Asche gereinigt werden können. In den Öffnungen der Klappen des mittlern grofsen Aschenkastens sind umlegbare Drahtsiebe angebracht, welche bei offener Klappe das Herausfallen glühender Asche verhindern.

Der Rauchfang ist nach Prüfsmann aus Blech mit gufseisernem Untersatze hergestellt. Der die Ausrüstung der Lokomotive mit einem Rauchverzehrer anzeigende rote Streifen am Rauchfange ist bei dieser Lokomotive der Dauerhaftigkeit und des bessern Aussehens wegen durch einen aufgenieteten Kupferblechstreifen ersetzt. Der Rauchfang besitzt eine in die Rauchkammer hineinragende trichterförmige Verlängerung.

Das Blasrohr ist veränderlich mit vom Führerhause aus verstellbaren Klappen. Zur Verhinderung des Funkenfluges ist in der Rauchkammer ein Funkensieb eingebaut.

Das Laufwerk.

Der Rahmen (Abb. 2, Taf. I) besteht aus zwei 28 mm starken Platten, die durch eine Anzahl kräftiger Verbindungen zusammengehalten werden. Vorn und hinten ist der Rahmen eingezogen, um für die Laufachsen das nötige Spiel zu gewinnen. Als Kesselträger dienen vorn am Rauchkasten die zu einem Sattel ausgebildeten Dampfzylinder, in der Mitte und an der Feuerkisten-Hinterkante nach amerikanischem Vorbilde 10 mm starke lotrechte, federnde Bleche, welche mit dem Rundkessel durch einen an diesen angenieteten starken Winkel, mit der Feuerbüchse durch

einen mit dem Feuerkistenringe ein Stück bildenden Zahn verbunden sind. Die Laufachsen sind nach Adams mit gekrümmten Lagerführungen, jedoch ohne Rückstellvorrichtung ausgeführt. Die hinteren Lagerführungen beider Laufachsen sind zur Verhütung von Verreibungen zwischen Lagergehäuse und Führung aus Rotmetall gegossen. Die vordere Laufachse hat 42 mm, die hintere 72 mm Spiel nach jeder Seite. Die seitlichen Führungsleisten der Achslagergehäuse der Triebachsen sind bis zur Mitte abgeschrägt, sodafs den Achsen ein zwangloses Anschmiegen an die Unebenheiten des Geleises ermöglicht ist. Ausgleichhebel sind angeordnet zwischen der vordern Laufachse und der ersten Kuppelachse, zwischen der Trieb- und der zweiten Kuppelachse. Die hintere Laufachse besitzt einen Quer-Ausgleichhebel.

Das Triebwerk.

Die vier Dampfzylinder (Abb. 2, Taf. I, und Abb. 1, Taf. II), die Hochdruckzylinder innen, die Niederdruckzylinder aufsen, liegen alle nebeneinander und treiben die mittlere Achse, welche als gekröpfte Achse (Abb. 8, Taf. II) mit schrägem Arme zwischen den innern Triebzapfen ausgeführt ist. Um mit den innern Triebstangen über die vordere Kuppelachse hinwegzukommen und um die Niederdruckkolben über den vorderen Laufrädern herausbringen zu können, liegen alle Zylinder in einer Neigung von 1 : 8. Jeder Hochdruckzylinder ist mit dem zugehörigen Niederdruckzylinder als ein Stück gegossen. Die Verbindung beider Gufsstücke erfolgt in der Mitte durch einen Flansch. Nach oben bilden die Gufsstücke, wie schon erwähnt, einen Sattel, mit welchem der Rauchkasten verschraubt ist. Der zwischen dem Hoch- und Niederdruckzylinder befindliche kastenförmige Raum (Abb. 2, Taf. I, und Abb. 2, Taf. IV) dient als Verbinder. Zur Verhinderung zu hohen Druckes in diesem ist an der vordern Wand mittels Stutzens ein Sicherheitsventil befestigt, in welches ein Lufteinlafsventil für die Leerfahrt eingebaut ist. Die Hoch- und Niederdruckkolben einer Seite laufen unter 180°, die der beiden Seiten um 90° versetzt, sodafs die linke Seite voreilt. (Abb. 8, Taf. II.) Die aufsen liegende Heusinger-Steuerung (Abb. 1, Taf. III) treibt unmittelbar die Niederdruckschieber. Die Bewegung der Hochdruckschieber wird von der Niederdrucksteuerung durch Stangen und eine Übertragungswelle mit Umkehrung der Bewegung abgeleitet. Da das Zylinderraumverhältnis 1 : 2,93 beträgt, so konnte den Hoch- und Niederdruckzylindern gleiche Füllung gegeben, somit die einfache, vorher besprochene Steuerungsanordnung ausgeführt werden. Die Dampfschieber sind als Flachschieber (Abb. 5 und 6, Taf. III) aus Rotgufs hergestellt.

Zum Anfahren dient die bekannte und bewährte Gölsdorfsche Einrichtung. Alle Kolben- und Schieber-Stangen gehen nach vorne durch. Die Kreuzköpfe sind einseitig geführt (Abb. 6 bis 8, Taf. IV). Sie bestehen aus einem Stücke, die Führungschiene umgreifend. Die Gleitflächen bildet ein Weifsmetall-Ausgufs. Das Einschieben des Kreuzkopfes auf die Führungschiene geschieht von hinten von der Seite des Führungsträgers aus. Die Triebstangen haben vorn geschlossene, hinten am Triebzapfen offene Köpfe mit Keil- und Bügel-Verschlufs. Der vordere Kopf hat einen wagerechten Nachstellkeil. Die Kuppelstangen (Abb. 1, Taf. III) sind an der vordern und hintern Kuppelachse mit nicht nachstellbaren Lagerbüchsen, an der Triebachse, in der Mitte, mit geteilten Lagerschalen mit vordern und hintern Stellkeilen versehen.

Die Ausrüstung.

Die Lokomotive besitzt die übliche Kesselausstattung, zu welcher die »Pop« Sicherheitsventile von 90 mm Durchmesser gehören. Die Speisung des Kessels erfolgt durch zwei Friedmannsche ansaugende Strahlpumpen S. T. Nr. 9. Die Schmierung aller Kolben und Schieber und der hintern Hochdruck-Kolbenstangen-Stopfbüchsen besorgen zwei Schmierpumpen von Friedmann mit je sechs Ausläufen und 6 l Inhalt. Für den Winter ist eine Dampfheizung der Schmierpumpen vorgesehen. Das Dampfrohr für diese Heizung zweigt von einem Hahne im Führerhause ab, welcher auch zur Betätigung der Dampfsandstreubläser dient. Die letzteren sind nach Angabe des Verfassers so eingerichtet, dafs auch ein Streuen des Sandes in der gewöhnlichen Weise von Hand möglich ist.*) Die Sandkasten liegen zwischen den Rahmen vor der Triebachse. Die Lokomotive hat die selbsttätige Luftsauge-Schnellbremse Bauart 1902; gebremst werden die drei Triebachsen mit etwa 60 % ihrer Belastung. Ferner ist ein Geschwindigkeitsmesser von Haufshälter vorhanden. Als Rauchverzehrer dient die bekannte »Mareksche Heiztür«. In die Dampfheizleitung ist ein Dampfdruck-Minderungsventil von Foster eingebaut.

Die Leistung.

Zur Erprobung der Leistungsfähigkeit dieser neuen Lokomotive wurden Probefahrten mit Belastungen von 300, 350 und 400 t auf den 10 ‰ Steigung aufweisenden, etwa 13 km langen Strecken Purkersdorf—Rekawinkel und Neulengbach—Rekawinkel der Linie Wien—Linz unternommen. Die dabei erzielten Höchstleistungen im Beharrungszustand betrugen 1500 bis 1600 P.S. Hierzu sei bemerkt, dafs die erwähnten Steigungen ohne Anlauf genommen wurden. Einen Zug von 345 t Wagengewicht zog die Lokomotive anstandslos in der Fahrordnung des Orient-Exprefszuges von Wien bis Wels auf 213 km. Bei den amtlichen Schnellfahrten wurde eine Geschwindigkeit von 118 km/St. bei vollkommen ruhigem Gange erreicht.

Tender.

Die Lokomotive ist mit einem vierachsigen Drehgestell-Tender, Serie 86, von 21 cbm Wasserinhalt und 50 t Dienstgewicht gekuppelt (Textabb. 3, und Abb. 5 bis 7, Taf. II und Abb. 7 bis 9, Taf. III).

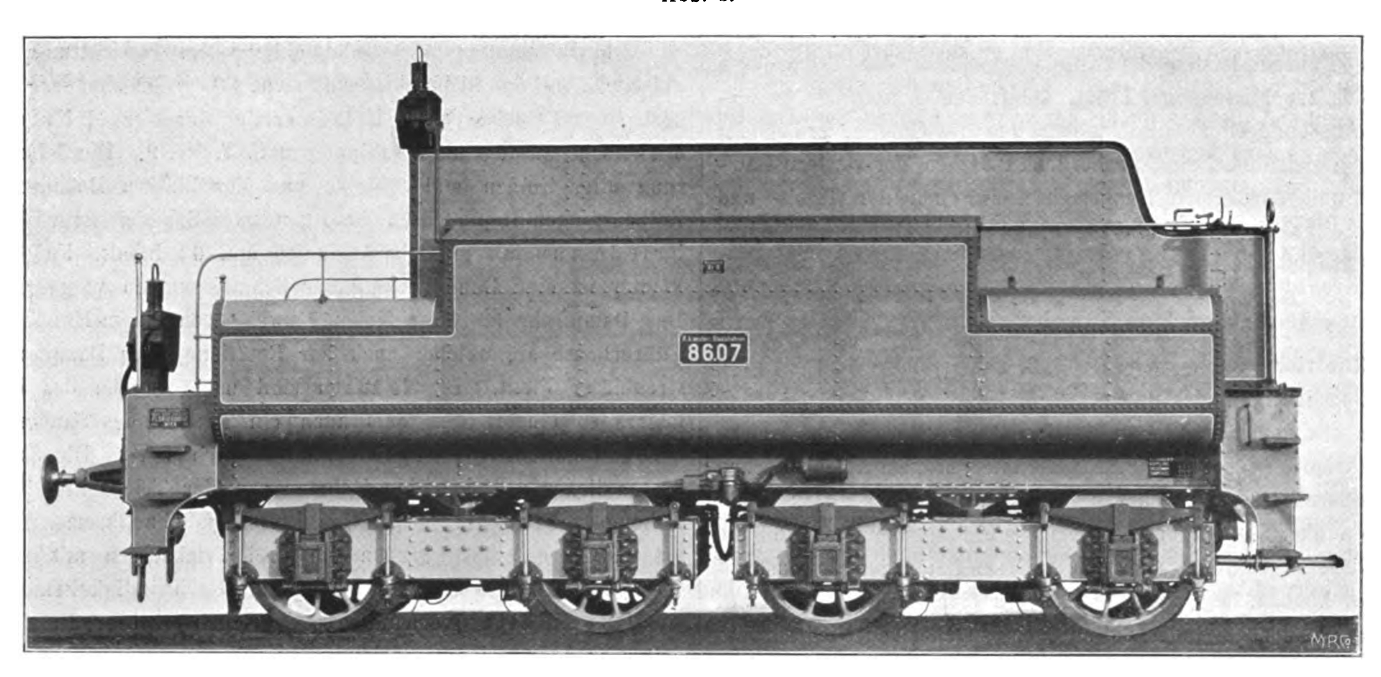
Der Wasserkasten, von etwas ungewohntem Aussehen, ruht auf zwei kräftigen ⊏-Eisen, welche den Hauptrahmen bilden. Der Kohlenkasten erstreckt sich nur über etwa drei Viertel des Wasserkastens nach hinten, sodafs auch bei vorn abnehmendem Kohlenvorrate eine annähernd gleiche Belastung der beiden Drehgestelle erhalten bleibt. Die Fülltaschen des Wasserkastens

*) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1904, S. 1983.



sind 3,4 m lang und ermöglichen daher bequemes und leichtes, an keinen ganz bestimmten Punkt gebundenes Anhalten am Wasserkrane. Die Drehgestelle weisen die bei österreichischen Drehgestell-Lokomotiven übliche Ausführung mit festem Drehzapfen und seitlichen Kugelauflagen, jedoch mit aufsen liegenden Rahmen auf. Die Drehzapfen sind hohl ausgeführt. (Abb. 5 und 7, Taf. II). In ihren Hohlraum ragen die Bremshebel hinein, welche die Bremskraft von der Bremsspindel auf die

Abb. 3.



Drehgestelle übertragen. Die an die Bremshebel anschliefsenden Zugstangen treten durch seitliche Aussparungen durch den Drehzapfen hindurch.

Durch diese Anordnung ist genauer Mittelangriff der Bremskraft an den Drehgestellen erreicht, also deren freie Beweglichkeit gewährleistet. In den Wasserkasten ist ein 146mm weites, geneigtes Rohr eingebaut (Abb. 7, Taf. III), welches zur Aufnahme des Schürhakens dient. Diese Art der Unterbringung des Schürhakens, welche schon bei einer gröfsern Anzahl von Tendern der österreichischen Staatsbahnen ausgeführt ist, wurde gewählt, um die Handhabung der bei neueren Lokomotiven sehr langen Schürhaken zu erleichtern. Der Tender ist auch mit der selbsttätigen Luftsauge-Schnellbremse Bauart 1902 versehen, welche gleichzeitig mit der Lokomotivbremse, jedoch gesondert von der des Zuges, in Tätigkeit tritt. Die Räder werden nur einseitig gebremst. Für jede Achse ist ein eigener Bremszylinder angeordnet.

Hauptabmessungen der Lokomotive.

Durchmesser des Hochdruckzylinders d	370 mm
« « Niederdruckzylinders d_1	630 «
Kolbenhub l	720 «
Durchmesser der Triebräder bei 70 mm Radreifenstärke D	1820 «
Durchmesser der Laufräder bei 70 mm Radreifenstärke D	1034 «
Dampfdruck p	15 at
Rostfläche R	4,0 qm
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	13,7 qm
« « « Heizrohre	244,15 «
« « im ganzen H	257,85 «
Heizrohre: Anzahl	282 Stück
« Länge	5200 mm
« Durchmesser aufsen	53 «
Zugkraft $Z = 0,5 . \frac{d_1^2 l p}{D}$ rund	11000 kg
Gewicht leer	61,8 t
« im Dienste L	69,1 «
Reibungsgewicht L_1	42,6 «
Verhältnis H : R	64,5
« H : L	3,7
« H : L_1	6,0
« Z : L	159 kg/t
« Z : L_1	258 «

Tender.

Wasserinhalt	21,0 cbm
Kohleninhalt	9,0 «
Gewicht leer	22,2 t
« im Dienste	50,0 «

Grundsätze für den Bau der Weichen und Kreuzungen bei der österreichischen Nordwestbahn.

Von **W. Hohenegger,** Oberbaurat und Baudirektor der österreichischen Nordwestbahn zu Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel V.

1. Kreuzungs-Gerade.

Für die allgemeine Anordnung der Weichenbogen und Kreuzungen wurde von mir bei den in den Jahren 1869 bis 70 ausgearbeiteten Regelwirkungen für den Bau der österreichischen Nordwestbahn die Anordnung der österreichischen Südbahn beibehalten, welche der ehemalige Baudirektor Etzel dieser Bahn in Österreich eingeführt hat, und welche darin besteht, dafs die Kreuzung selbst in einer nach beiden Wegen geraden Gleisstrecke liegt, so dafs der Weichenbogen vor der Herzspitze der Kreuzung in 4,5 bis 5,6 ^{m} Entfernung in die »Kreuzungsgerade« übergeht, damit die Räder durch die gefährliche Stelle der Kreuzung in der Geraden und ohne Seitenstöfse durchgeführt werden.

2. Weichenrost.

Für die ordentliche Legung und Erhaltung der Zungenvorrichtung habe ich einen festen Weichenrost für unerläfslich gehalten. Dieser Weichenrost bestand ursprünglich aus den auf zwei hölzerne Langschwellen geschraubten hölzernen Querschwellen oder aber aus zwei eisernen Langschwellen, welche auf kräftige Querwinkeleisen aufgeschraubt sind.

Die Anordnung, nach welcher die die ganze Zungenvorrichtung tragenden Querschwellen auf die beiden Backenschienen aufgefädelt sind, halte ich für unzweckmäfsig und gefährlich, denn eine so wichtige Oberbauanordnung, wie die Zungenvorrichtung, mufs auf einem unverrückbaren, festen Rahmen liegen und darf nicht blofs an die Backenschienen angeheftet werden, denn wenn einer dieser Schienen brechen sollte, so würde die ganze Zungenvorrichtung den Zusammenhang verlieren.

An Stelle der hölzernen Unterzug-Langschwellen wurden später liegende Altschienen verwendet, da der Ersatz der unbrauchbar gewordenen Langschwellen wegen ihrer tiefen Lage grofse Umstände machte.

3. Gerade Weichenzungen.

Durch einen einjährigen Aufenthalt in Frankreich 1868 und 1869 habe ich die Vorteile von Weichen mit geraden Zungen kennen gelernt, welche darin bestehen, dafs die Weichenzungen eine stärkere Spitze erhalten und dafs man nur eine Art Weichen auf Lager zu halten hat, da sich jede Weiche als rechts und links verwenden läfst.

Seit dem nunmehr 36 jährigen Bestande des gröfsten Teiles der 5000 Weichenzungen des Netzes der österreichischen Nordwestbahn und Süd-Norddeutschen Verbindungsbahn sind erst 8 % dieser Zungen wegen starker Abnutzung und nur 0,3 % wegen Bruch aus der Bahn genommen, was wohl unwiderleglich dafür spricht, dafs die geraden Weichenzungen dem Einlauf der Fahrzeuge nicht störend entgegen stehen, denn sonst würde die Abnutzung der Weichenzungen nicht so ausnehmend gering sein.

4. Zungen aus Blockschienen.

Für die Anarbeitung der Zungen habe ich nicht etwa gewöhnliche Bahnschienen, sondern Blockschienen nach einem dazumal bei der österreichischen Südbahn eingeführten Querschnitte verwendet (Abb. 3, Taf. V).

5. Unterschlagung der Weichenzungenspitzen.

Um den Zungenspitzen eine gröfsere Stärke zu geben, habe ich an der Stelle, wo sich die Zungenspitze an die Backenschiene anlegt, an der untern Rundung dieser Schiene eine 550 ^{mm} lange und 20 ^{mm} breite Abflachung angebracht, dagegen die Zungenspitze derart geformt, dafs sie sich in den unter dem Schienenkopfe gebildeten freien Raum hineinlegen, und so unter die Backenschiene vollständig unterschlagen kann. Hierdurch war es auch möglich, die Zungenspitze um annähernd ebensoviel zu verstärken, wie die Backenschiene geschwächt wurde.

Diese meine Anordnung, welche seither auch in die Regelzeichnungen der preufsischen Staatsbahnen Eingang gefunden hat, hat sich in den 36 Jahren des Bestandes vorzüglich bewährt, denn niemals wurde eine Backenschiene wegen der geringen Schwächung unbrauchbar, dagegen hat die Verstärkung der Zungenspitze für die Erhaltung der Zungen bestens gewirkt, wie die oben mitgeteilten Vergangzahlen beweisen.

6. Abhebbare Weichenzungen.

Um den Bruch der Weichenzungen in dem Falle zu vermeiden, dafs die beiden Zungen bei ungenügender Umstellung der Weiche zwischen die Räder der einfahrenden Fahrzeuge genommen werden, habe ich die Zungenwurzeln auf dem Wurzelstuhle auf etwas kegelförmig eingesetzte, lose Drehzapfen gesteckt, welche bei ungenügender Umstellung der Zungenvorrichtung die Aushebung der einen der beiden Zungen zulassen, ohne dafs eine Verbiegung oder ein Bruch der Zungen erfolgt.

Hierbei wird in der Regel nur der Backen der Niederhaltschraube abgebrochen, und die beiden Verbindungstangen der Zungen werden etwas verbogen. Eine so beschädigte Zungenvorrichtung läfst sich mit geringen Kosten in kurzer Zeit wieder herstellen.

Für diese seit mehr als 20 Jahren eingeführte Bauart habe ich seinerzeit die Genehmigung der Regierung erhalten, aus dieser Anordnung der Zungenbefestigung hat sich nie ein Anstand oder eine Gefährdung des Betriebes ergeben, auch sie bildet eine Ursache des geringen Abganges durch Bruch.

Die richtige senkrechte Lage der Zungen wird durch Seitenbacken, welche sich an die Backenschiene und durch Niederhaltbacken an der Zungenwurzel, die wagrechte Lage aber durch die Drehzapfen im Wurzelstuhle, sowie durch Gleitbacken am Fufse der Zungen, welche an den Zungenstühlen anliegen, gesichert.

Die Anbringung von Laschen an der Zungenwurzel, sowie

die federnde Verlängerung der Zungen über die Zungenwurzel hinaus habe ich stets für verwerflich gehalten, weil sie für die sichere Lage der Zungen nicht erforderlich sind und die Schäden an den Zungenvorrichtungen unnötig vermehren.

7. Die Kreuzungen.

Für die Kreuzungstücke wurden nie zugehobelte Fahrschienen, sondern bis 2,5 m lange, schwere Hartgufs- oder Stahlgufs-Herzstücke verwendet, welche eine ruhige, nicht durch jeden Radstofs verrückbare Lage des Kreuzungstückes gewähren.

Der seinerzeit übliche Auflauf der Räderspurkränze auf dem Boden der Kreuzungstücke wurde nach dem Beschlufs des technischen Ausschusses auch bei unseren Kreuzungstücken aufgegeben.

8. Bewegliche Kreuzungszungen (Abb. 1 und 2, Taf. V).

Um jedoch ihrerseits den Rädern in den Kreuzungstücken der Kreuzungsweichen von dem angewendeten Kreuzungswinkel von $5^{0}—25' = 1:10,546$, bei welchem sie eine führungslose Strecke von etwa 480 mm Länge durchlaufen müssen, sichere Führung zu geben, und um anderseits die Herzstücke vor schnellem Verschleifse zu bewahren, habe ich im Jahre 1870 eine der damaligen Techniker-Versammlung in Hamburg vorgelegte Anordnung von beweglichen Kreuzungszungen entworfen und in einer gröfsern Zahl von Stücken verwendet.

Diese Kreuzungsweichen mit beweglichen Kreuzungszungen hatten einen Stellbock für die Weichenzungen und einen zweiten für die Kreuzungszungen, aufserdem aber vier Druckhebel, welche von den überrollenden Rädern selbsttätig niedergedrückt wurden, wenn der Weichensteller die richtige Stellung der Kreuzungen versäumt hatte.

In neuerer Zeit werden die Druckhebel weggelassen, und die Zungen durch den blofsen Seitendruck der Spurkränze mittels einer Federwippe in die richtige Lage gebracht, wenn die richtige Stellung versäumt wurde. Da heute derart wichtige Kreuzungsweichen in die Stellwerke einbezogen werden, so ist selbstredend, dafs auch die Kreuzungszungen vom Stellwerke aus gestellt werden.

Für diese seit 34 Jahren bestens bewährte Kreuzungsweiche mit beweglichen Kreuzungszungen habe ich unter meinen Fachgenossen merkwürdigerweise nie einen Nachahmer gefunden, bis sie von der Ausstellung zu St. Louis in Nord-Amerika uns als wichtige amerikanische Neuerung in Oberbausachen über das Weltmeer wieder zurückgebracht wurde, so dafs man sagen konnte, sie habe die Linientaufe durchgemacht und sei nunmehr als bewährt anzusehen.

Versuche mit Wärmeschutzmitteln an Lokomotivkesseln.

Von **Courtin**, Baurat und Mitglied der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel VI.

1. Einleitung.

Durch die ständige Zunahme des Kesseldruckes und der Fahrgeschwindigkeit ist bei den heutigen Lokomotiven auch der Wärmeverlust der vom Dampf und Wasser berührten Teile gesteigert worden; daher wird das Augenmerk jetzt mehr als früher auf einen möglichst vollkommenen Wärmeschutz dieser Teile gerichtet, und die Zahl der Lokomotiven, bei welchen an Stelle des früher in weitestem Umfange zu diesem Zwecke angewendeten einfachen Luftmantels wirksamere Hüllen getreten sind, ist in fortwährender Zunahme begriffen.

Bei der Umschau nach geeigneten Stoffen befindet man sich vor der Fülle des Gebotenen in einiger Verlegenheit. Sind doch im Anzeigenteile der technischen Tagesblätter Ankündigungen über Wärmeschutzmittel eine stehende Erscheinung, und so manches über diesen Gegenstand handelnde Flugblatt schildert die mit Anwendung des in ihm gepriesenen Mittels zu erwartenden Ersparnisse in einem so rosigen Lichte, dafs die Hoffnungsfreudigkeit nachher damit auf eine harte Probe gestellt wird.

Anderseits sind gründliche Arbeiten über den Wärmeverlust so rasch bewegter Flächen, wie sie sich bei der Lokomotive finden, nur spärlich vorhanden, und auch nicht immer ohne weiteres auf andere Verhältnisse übertragbar, während doch die ganze Frage insbesondere da, wo es sich darum handelt, für einen gröfseren Lokomotivbestand Entscheidung zu treffen, wichtig genug ist, um sich über sie nicht nur durch die einschlägigen Veröffentlichungen, sondern auch durch eigene Anschauung und Prüfung zu unterrichten.

Solche Erwägungen führten zur Vornahme der im nachfolgenden beschriebenen Versuchsreihe.

Zur Durchführung der Versuche boten sich zwei Wege. Man konnte entweder, nach dem Vorbilde der vor einigen Jahren von der Chicago und Nord-West-Bahn angestellten gleichartigen Untersuchungen*) den Kessel einer Lokomotive mit der zu prüfenden Schutzmasse umhüllen, Schornstein und Rost zur Abhaltung von inneren Wärmeverlusten dicht verschliefsen und in den von Wasser völlig entleerten Kessel dieser Versuchslokomotive von einer sie schiebenden zweiten Lokomotive aus Dampf einlassen; der Betrag des nach bestimmter Zeit gemessenen Niederschlagwassers liefs dann Schlüsse über den Abkühlungsverlust zu. Eine zweite Möglichkeit war die, an geeigneter Stelle einer Lokomotive besondere kleinere Versuchsdampfbehälter anzubringen, und deren Verhalten unter dem Einflusse der verschiedenen Schutzmittel zu beobachten.

Der Hauptvorteil des ersteren Verfahrens kann darin erblickt werden, dafs die Einwirkung der Form und baulichen Eigenart des Lokomotivkessels auf die Gröfse des Wärmeverlustes hier genauer zur Geltung kommt, als dies von einem kleinern in seiner Gestalt und Anordnung dem Lokomotivkessel unähnlichen Versuchsbehälter erwartet werden kann. Dabei

*) Railroad Gazette 1899, S. 118.



darf aber nicht übersehen werden, dafs die Übertragung der an einer solchen Versuchslokomotive gefundenen Ergebnisse auf weitere Kessel nicht genau gleicher Bauart und Anordnung kaum einen kleinern Fehler in sich schliefst, als er sich bei Anwendung der an besonderen Behältern gefundenen Zahlen allgemein auf Lokomotivkessel ergeben wird.

Denn der Abkühlungsverlust an dem in die Lokomotive eingebauten Kessel ist nicht nur durch seine Form und Gröfse selbst, sondern auch durch die Art seines Einbaues in die Lokomotive, seine mehr oder minder hohe oder durch die Rahmen geschützte Lage bestimmt, unterliegt somit Einflüssen, die rechnerisch oder auch nur schätzungsweise einigermafsen zutreffend zu bewerten unmöglich erscheint.

Dagegen hat die Durchführung der Versuche nur mit kleinem Versuchsbehälter den wesentlichen Vorteil, dafs auch hohe Geschwindigkeiten unbedenklich angewendet werden können, was bei einer nicht selbst unter Dampf laufenden, sondern von einer zweiten Lokomotive geschobenen Versuchslokomotive besser unterbleibt.

Sind doch auch die erwähnten amerikanischen Versuche nur bis zur Grenze von etwas über 45 km/St. ausgedehnt worden.

Da es endlich nicht sowohl darauf ankam, den Wärmeverlust eines bestimmten Lokomotivkessels zu ermitteln, sondern da das Verhalten verschiedener Schutzmittel unter möglichst gleichen Umständen geprüft werden sollte, und diese Prüfung mit kleinern Behältern in durchaus einwandfreier Weise durchführbar erschien, so wurde diese Versuchsanordnung gewählt.

2. Versuchsanordnung.

Ehe man zu den Versuchen auf der fahrenden Lokomotive überging, wurden in der Werkstätte einige Untersuchungen vorgenommen, um die zweckmäfsigste Anordnung der Einrichtung auf der Lokomotive zu ermitteln und in ihren Eigentümlichkeiten kennen zu lernen. Besondere Mühe verursachte die Messung des Niederschlagwassers, da es längere Zeit nicht gelingen wollte, einen genügend zuverlässigen Wasserabscheider zu finden. Auch bei den späteren Fahrversuchen mufste diesem Teile der Einrichtung immer ein ganz besonderes Augenmerk zugewendet werden. Im übrigen gaben die Vorversuche Gelegenheit, festzustellen, dafs, wie zu erwarten war, bei den benutzten und auch für die Hauptversuche in Verwendung gebliebenen Versuchsbehältern in unverkleidetem Zustande die abgeschiedenen Wassermengen sich verhielten, wie die Gefälle zwischen der Wärme des Dampfes im Behälter und jener der ihn umgebenden Aufsenluft.

Nach den bei den Vorversuchen gewonnenen Erfahrungen wurde nun für die Fahrversuche die nachfolgende Anordnung getroffen (Abb. 1, Taf. VI).

Vom Dampfdome einer Schnellzuglokomotive wurde eine mit Filz und Asbestmantel sowie Segeltuchumhüllung gut geschützte Dampfleitung nach dem Rauchkammerende geführt, in welche zu möglichster Entwässerung des durch sie den Versuchsbehältern zuströmenden Dampfes ein Dampftrockner mit Wasserabscheider eingeschaltet war. Von diesem aus durchströmte der Dampf ein vereinigtes Drossel- und Absperrventil mit Dampfdruckmesser, worauf sich die Leitung nach zwei gleichen, rechts und links auf dem Laufbleche vor der Rauchkammer aufgestellten Versuchsbehältern (ehemaligen Westinghouse-Hauptluftbehältern) verzweigte. Beide Versuchsbehälter trugen dieselbe Ausrüstung, bestehend aus Wasserstandszeiger, Luftauslafshahn und Wasserabscheider. Zu jedem Behälter gehörte ein besonderer Satz von Auffang- und Sammelgefäfsen für das während der einzelnen Versuchsreihen abgeschiedene Wasser, wobei der Verwechslung durch verschiedenartigen Anstrich dieser Gefäfse vorgebeugt wurde.

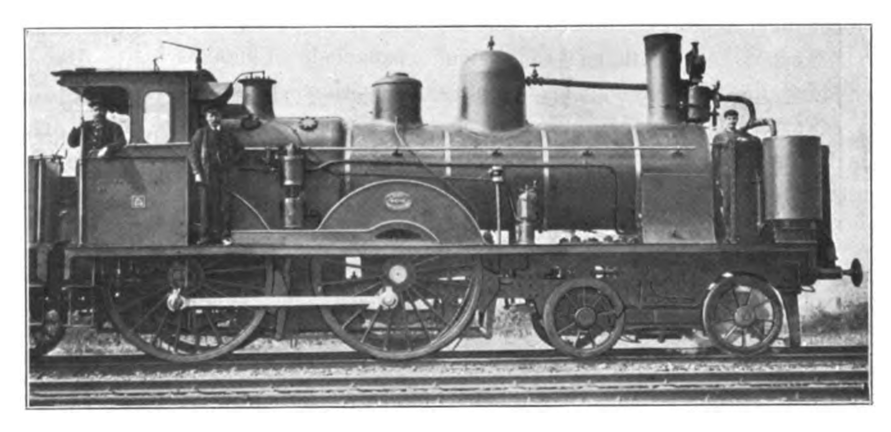
Jeder Versuchsbehälter war gegen die Rauchkammer zu durch eine, seiner Höhe entsprechende Segeltuchwand vor Beeinflussung durch Wärmeausstrahlung von der Lokomotive oder vom Nachbarbehälter her geschützt. Durch die gebrochene Linienführung dieser Wände wurde aufserdem bewirkt, dafs die Behälter bei den Fahrversuchen weit über die Hälfte ihres Umfanges von einem kräftigen, an ihnen vorbeistreifenden Luftstrom getroffen wurden. Zugleich bildeten diese Segeltuchschutzwände zusammen mit einer über der Bufferschwelle angebrachten, zum Umklappen nach vorn eingerichteten Holzwand den Aufenthaltsraum für die Beobachter. In diesem Raume unterhalb der Rauchkammertür befanden sich die Sammelgefäfse für das beim Versuche entstandene Niederschlagswasser, während die eigentlichen Auffanggefäfse von je 5 l Inhalt unterhalb der Wasserabscheider der Versuchsbehälter in Flacheisenkörben an der Bufferschwelle safsen. Das Umfüllen des Inhaltes der Auffanggefäfse in die zugehörigen Sammelbehälter geschah nach Bedarf, die Feststellung der abgeschiedenen Wassermengen durch Abwägen am Ende jedes Versuches.

Mit der Durchführung der Versuche im einzelnen war der Regierungsbaumeister Dr. phil. Hefft betraut, dem aufser dem Führer und Heizer der Versuchslokomotive zur Hülfeleistung bei den Messungen und Beobachtungen ein Werkstättenarbeiter beigegeben war.

Textabb. 1 zeigt die seitliche, 2 und 3 die vordere Ansicht der Lokomotive mit geschlossenem und geöffnetem Beobachtungsraume.

Der in der Fahrrichtung rechts sitzende Versuchsbehälter,

Abb. 1.



in der Folge Behälter I genannt, wurde der Reihe nach mit den verschiedenen Schutzhüllen umgeben, war also der eigentliche Versuchsgegenstand. Der links sitzende Behälter II blieb unverkleidet.

Abb. 2.

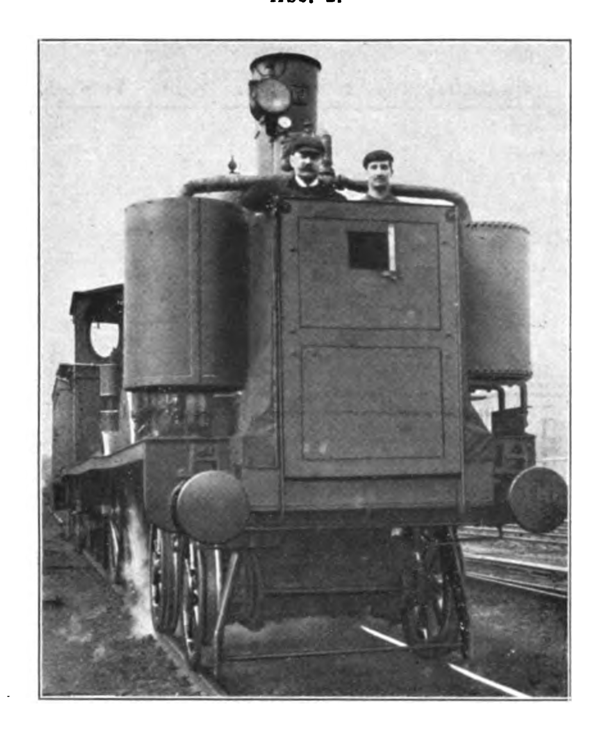
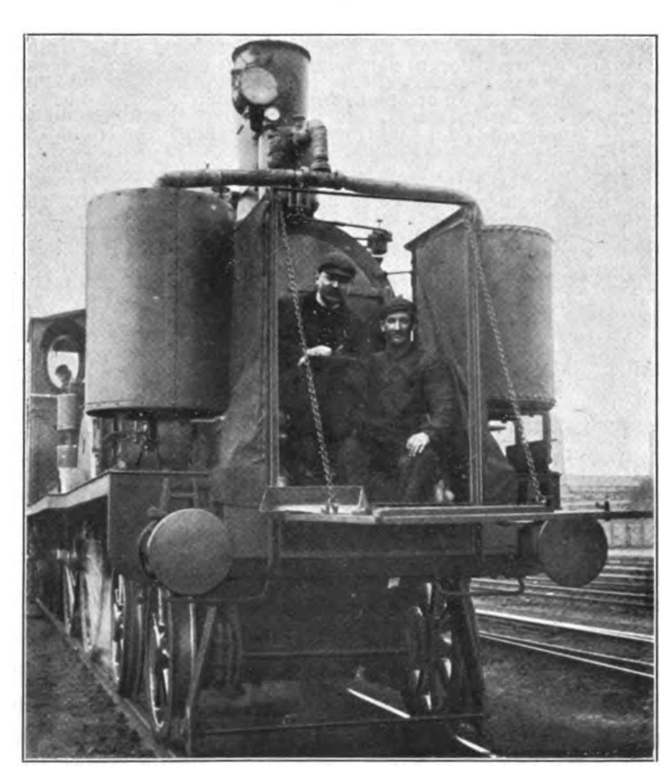


Abb. 3.



Sein Verhalten bei den verschiedenen Versuchen gab somit den Vergleichsmafsstab für die Wirkung der einzelnen Wärmeschutzmittel am Behälter I ab.

3. Zu den Versuchen verwendete Wärmeschutzmittel.

Zu den Versuchen am Behälter I wurden folgende Wärmeschutzmittel herangezogen:

1. Luftmantel, nachfolgend mit L bezeichnet, gebildet durch eine Verschalung aus dünnem Eisenbleche, dieselbe für alle Versuche unter Ziffer 1 bis 3, die den Versuchsbehälter ringsum mit 40 mm lichtem Abstande umgab;
2. zwei verschiedene Arten von erdigen Schutzmitteln, Kieselgur und ein anderer ähnlicher Stoff unbekannter Zusammensetzung, Zeichen K_1 und K_2, die in breiartigem Zustande auf die zu schützende Fläche aufgebracht wurden;
3. vier Arten von Asbestmatratzen verschiedener Herkunft, Zeichen M_1 bis M_4. Die Zusammenstellung I gibt eine Übersicht über einige wesentliche Eigenschaften dieser Versuchsstoffe.

Zusammenstellung I.

1	2	3	4	5	6	7
Ziffer	Art des Schutzmittels	Zeichen	Beschaffenheit der Decke	Beschaffenheit des Inhalts	Dicke der Schutzschicht mm	Gewicht für 1 qm der Schicht kg
1	Kieselgur	K_1	—	—	40	21,8
2	„	K_2	—	—	35	36,2
3	Matratze	M_1	Blau-Asbesttuch	Schlackenwolle	40	17,8
4	„	M_2	„	„	40	14,5
5	„	M_3	Blau-Asbesttuch	Blau-Asbest	40	8,8
6	„	M_4	Weifs-Asbesttuch	Weifs-Asbest	40	10,7

Alle Matratzen waren auf Grund derselben Zeichnung geliefert worden und hatten ebenso, wie Kieselgur K_1, dieselbe Dicke wie der Luftmantel. Bei Kieselgur K_2 reichte die von der Bezugsquelle gelieferte Menge nicht aus, um die gleiche Dicke der Schutzschicht zu erreichen, so dafs man sich hier mit einem Überzuge von 35 mm Stärke begnügen mufste.

4. Versuche auf der Lokomotive.

Mit jedem der vorgenannten Schutzmittel wurde auf der Lokomotive eine Anzahl von Versuchsfahrten vorgenommen, bei denen die Geschwindigkeit für alle Versuche tunlich in gleichen Abständen bis zu 90 km/St. gesteigert wurde. Aufser den Versuchen auf der bewegten Lokomotive fand für jedes Schutzmittel ein Versuch an der in geschütztem Raume stehenden Lokomotive statt.

Die ursprüngliche Absicht, die Fahrversuche mit einer Dampfspannung von 12 at Überdruck durchzuführen, mufste leider aufgegeben werden, da es nicht gelang, die Wasserabscheider bei dieser Spannung auf der bewegten Lokomotive zu befriedigendem Verhalten zu bringen. Erst bei einer Druckerniedrigung auf 6 at Überdruck, welche dann für alle Versuche gleichmäfsig beibehalten wurde, arbeiteten diese Einrichtungen auch während der Fahrt so zuverlässig, dafs kein nennenswerter Fehler der Versuchsergebnisse durch sie mehr veranlafst wurde.

Um aber auch über den Einflufs höherer Dampfspannungen als 6 at Anhaltspunkte zu gewinnen, wurde bei stillsteh

Lokomotive mit allmälig bis 12 at Überdruck steigenden Dampfspannungen eine weitere Versuchsreihe vorgenommen, auf die im Abschnitte »Einflufs höherer Dampfspannungen« zurückgekommen wird.

Eine weitere Abteilung von Versuchen galt der Ermittelung des Wärmedurchgangsvermögens der beiden Behälter I und II.

Beide ehemaligen Westinghouse-Hauptluftbehälter waren dem äufsern Ansehen und, soweit sich nachprüfen liefs, auch den Hauptabmessungen nach als gleich zu betrachten.

Die aus den Hauptmafsen berechnete Oberfläche betrug:
für die unverkleideten Behälter je . . . . . . 2,71 qm
über den Blechmantel von Behälter II gemessen . 3,01 «

Dennoch war nicht zu erwarten, dafs das Wärmeabscheidungsvermögen beider Behälter genau gleich sein werde; vielmehr mufste damit gerechnet werden, dafs kleine Ausführungsfehler und Abweichungen von den Mafsen der Zeichnung bei Herstellung der Behälter, nicht völlig gleiche Dicke und vielleicht auch Dichte der Bleche und ähnliche Ursachen einen mefsbaren Unterschied im Wärmeabscheidungsvermögen beider Behälter nach sich ziehen würden.

Ein vor Beginn der übrigen Versuche gleichzeitig mit beiden Behältern in unverkleidetem Zustande bei Stillstand in geschütztem Raume vorgenommener Versuch ergab auch tatsächlich bei Behälter II etwa 2,7 % weniger Niederschlagwasser als bei Behälter I.

In der Folge zeigte sich ferner, dafs dieser Unterschied veränderlich und daher seine wiederholte Bestimmung nötig war. Zur Erklärung für diese unerwartete Erscheinung mufs zunächst auf die zeitliche Reihenfolge der einzelnen Versuche eingegangen werden.

Diese war in der Hauptsache vom Zeitpunkte der Anlieferung der verschiedenen Versuchstoffe abhängig und geht aus Zusammenstellung II hervor.

Zusammenstellung II.

1	2	3	4	
Versuchsreihe Nr.	Art des Versuches	Zustand der Oberfläche des Behälters I.		Zustand der Oberfläche des Behälters II.
1	Stand- und Fahrtversuch	unverkleidet		unverkleidet
2	„	„	Blechverschalung mit	Luftzwischenraum
3	„	„	Blechverschalung mit	Matratze, Weifs-Asbest und Schlackenwolle, Zeichen M_1 *)
4	„	„	Blechverschalung mit	Matratze, Weifs-Asbest und Schlackenwolle, Zeichen M_2 *)
5	„	„	Blechverschalung mit	Matratze, Blau-Asbest, Zeichen M_3 *)
6	„	„		unverkleidet
7	„	„	Blechverschalung mit	erdiger Schutzmasse, Zeichen K_1 *)
8	„	„	Blechverschalung mit	„ „ „ K_2 *)
9	„	„	Blechverschalung mit	Matratze, Weifs-Asbest, Zeichen M_4 *)
10	Standversuch	„		unverkleidet

Bei den mit unverkleideten Behältern I und II vorgenommenen Standversuchen Reihe 1, 6 und 10 in geschütztem Raume wurde jeweils der Unterschied des Abscheidungsvermögens der beiden Behälter bestimmt. In Hundertteilen des Abscheidungsvermögens von Behälter I ergaben sich für Behälter II dabei nachfolgende Unterschiede:

Zusammenstellung III.

1	2	3	4
Versuchsreihe Nr.	1	6	10
Behälter II scheidet weniger ab als Behälter I in % von I:	2,7	7,0	0

Zum Verständnisse der Ursachen dieser Schwankungen ist nun wesentlich, dafs zwischen den Versuchsreihen 1 und 6 mit unverkleideten Behältern drei Versuchsreihen mit Asbestmatratzen lagen. Diese Matratzen waren, um möglichst gleiche Voraussetzungen für die einzelnen Versuche zu schaffen, mit gleicher Stärke von 40 mm, entsprechend der Dicke des Luftmantels bei Versuchsreihe 2, beschafft worden und füllten so den Raum zwischen der Blechhülle und der zu schützenden Behälteroberfläche vollständig aus, indem sie sich zugleich unmittelbar an die letztere anlegten.

Dieser Umstand, zusammen mit der bekannten weichen Beschaffenheit des Asbestes und den unvermeidlichen Erschütterungen des Behälters II während der Fahrversuche hatte nun offenbar zur Folge, dafs kleinste Teile der Asbesthüllen in die Behälteroberfläche hineingerieben wurden, und, indem sie kleine Unebenheiten und Poren der letztern mit einem an sich schon zu den schlechten Wärmeleitern gehörigen Stoffe ausfüllten, eine Verminderung der Wärmedurchlässigkeit von Behälter II herbeiführten, die bei Versuchsreihe 6 in einer Steigerung des schon bei Versuchsreihe 1 vorhanden gewesenen Unterschieds im Abscheidungsvermögen beider Behälter zu Tage trat. Diese Erklärung gewinnt auch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dafs bei Abnahme der Blauasbestmatratze am Schlusse der Versuchsreihe 5 der Behälter II in der Tat eine leichte, aber doch deutlich wahrnehmbare bläuliche Färbung zeigte, die nur von Vorgängen der oben geschilderten Art herrühren konnte.

Da man diese Nachwirkungen der verschiedenen Schutzmittel auf die Behälteroberfläche erst später erkannte, wurde die Kieselgurmasse für Versuchsreihe 7 ohne weitere vorherige Behandlung der Oberfläche von Behälter II auf diesen aufgebracht. Die vollständige Entfernung dieser Masse nach beendigtem Versuche und ebenso des in Versuchsreihe 8 erprobten zweiten erdigen Schutzmittels von der Behälterwand erforderte dagegen gründliche Säuberung der letztern durch Behandlung mit Wasser und Abbürsten, weil beide Schutzmittel, die in breiigem Zustande auf den vorgewärmten Behälter aufgebracht werden mufsten, auf ihm zum Teil fest getrocknet waren.

Hierbei wurden nun nicht nur diese festhaftenden Überbleibsel, sondern auch der von den Versuchsreihen 3 bis 5 noch vorhandene Asbeststaub entfernt, wohl auch da und dort der Ölfarbenstrich der Behälterwandung etwas mitgenommen. Daraus ergab sich dann jene Steigerung des Abscheidungsver-

*) Zusammenstellung I, Seite 8, Spalte 3.

mögens von Behälter II, die zu dem Ergebnisse der Versuchsreihe 10, Zusammenstellung III, Spalte 4 führte.

Für künftige Versuche solcher Art ist hieraus zu entnehmen, dafs es sich empfiehlt, vor und nach jeder Versuchsreihe mit einem Wärmeschutzmittel das Abscheidungsvermögen des unverkleideten Versuchsbehälters erneut zu bestimmen.

Um den in dem veränderlichen Abscheidungsvermögen des Behälters II liegenden Fehler für die Versuchsergebnisse nach Möglichkeit unwirksam zu machen, wurde hinsichtlich Versuchsreihe 3 bis 6 die allerdings nicht mehr beweisbare, aber wahrscheinliche Annahme gemacht, dafs die Beeinflussung der unverkleideten Behälterwand durch die Versuchstoffe von Reihe 3 bis 5 im Laufe dieser drei Versuchsreihen allmälig eingetreten sei und sich der Gröfse nach gleichmäfsig auf sie verteilt habe.

Aus Versuchsreihe 2 mit Luftmantel war eine Einwirkung auf die Behälterwand nicht anzunehmen, sondern damit zu rechnen, dafs am Ende der Versuchsreihe 2 das Abscheidungsvermögen von Behälter II bei Stillstand noch ebenso um 2,7 % geringer war als jenes von Behälter I, wie dies durch Versuchsreihe 1 festgestellt wurde.

Ebenso konnte Versuchsreihe 6 mit unverkleideten Behältern, durch welche die Zunahme des Unterschiedes von 2,7 auf 7 % festgestellt wurde, eine Änderung der Behälteroberfläche nicht wohl hervorgebracht haben; diese konnte sich vielmehr nur von Anfang der Versuchsreihe 3 bis Ende von Reihe 5 mit Matratzen eingestellt haben.

Hiernach und unter der erwähnten Voraussetzung gleichmäfsiger Verteilung der Zunahme des Unterschiedes auf die drei Versuchsreihen 3 bis 5 war also für jede einzelne Reihe mit einer Zunahme des Unterschieds um $\frac{7-2,7}{3} = 1,43\ \%$ zu rechnen.

Für den Zustand des Behälters II am Anfange und Ende jeder der Versuchsreihen 3 bis 5, sowie als für die weitere Berechnung mafsgebende Mittelwerte folgen daher aus Zusammenstellung IV die Minderabscheidungen gegenüber Behälter I.

Zusammenstellung IV.

1	2	3	4	5
Nr.		Behälter II scheidet weniger ab als Behälter I in % von I bei Versuchsreihe:		
		3	4	5
1	zu Anfang der Versuchsreihe	2,7 %	2,7 + 1,43 = 4,1 %	2,7 + 2 × 1,43 = 5,6 %
2	zu Ende " "	2,7 + 1,43 = 4,1 %	2,7 + 2 × 1,43 = 5,6 %	2,7 + 3 × 1,43 = 7 %
3	Mittel aus Nr. 1 und 2	**3,4 %**	**4,8 %**	**6,3 %**

Der Versuchsreihe 10 mit unverkleideten Behältern, welche gleiches Abscheidungsvermögen für beide Behälter ergab, war in Reihe 9 noch ein Versuch mit Asbestmatratze vorausgegangen. Nach dem oben Gesagten ist für die dauernde Nachwirkung einer Asbestmatratze auf den Zustand der Oberfläche von Behälter II ein Änderungsbetrag im Sinne einer Verminderung des Abscheidungsvermögens von im Mittel 1,43 %, bezogen auf Behälter I, in Rechnung zu stellen. Da Versuchsreihe 10 mit unbekleideten Behältern eine Änderung der Behälteroberflächen nicht zur Folge haben konnte, war anzunehmen, dafs sich das Abscheidungsvermögen bei Behälter II am Ende der Versuchsreihe 9 mit Matratze gegenüber dem Zustande bei Beginn der Reihe um 1,43 %, im Mittel für die ganze Versuchsreihe 9 also um $\frac{1,43}{2} = 0,71\ \%$ gegenüber Behälter I verringert haben müsse.

Da ferner durch Versuchsreihe 6 mit unverkleideten Behältern für Behälter II eine Minderabscheidung von 7 % festgestellt wurde und angenommen werden darf, dafs die Reinigung dieses Behälters, jeweils am Ende der beiden Versuchsreihen 7 und 8 mit erdigen Schutzmitteln von gleicher Wirkung auf die Behälteroberfläche gewesen sei, so ergeben sich für die Versuchsreihen 6 bis 10 Unterschiede im Abscheidungsvermögen beider Behälter nach Zusammenstellung V.

Zusammenstellung V.

1	2	3	4	5	6	7
O. Z.		Behälter II scheidet mehr oder weniger ab, als Behälter I in % von I bei Versuchsreihe:				
		10	9	8	7	6
1	Anfang der Versuchsreihe . .	± 0 %	+ 1,43 %	+ 1,43 %	− 7 %	− 7 %
2	Ende der Versuchsreihe	± 0 %	± 0 %	+ 1,43 %	− 7 %	− 7 %
3	Mittel aus 1 und 2	± 0 %	**+ 0,71 %**	**+ 1,43 %**	**− 7 %**	**− 7 %**

(Schlufs folgt.)

Die Wasserversorgung des neuen Haupt-Personenbahnhofes Leipzig, preufsischer Teil, und des Güterbahnhofes Wahren bei Leipzig.

Von **Klopsch,** Geheimem Baurate in Halle a. S.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel VII.

Die in Ausführung begriffene Zusammenlegung der preufsischen Bahnhöfe, mit welchen auch die sächsischen zu einem Haupt-Personen-Bahnhofe vereinigt werden, machte die Anlage eines besonderen den preufsischen Verkehr zusammenfassenden Güterbahnhofes in Wahren nötig.

Der tägliche Wasserbedarf für letztern für Lokomotivspeise und sonstige Zwecke wurde zu vorläufig 1200 cbm, nach vollständigem Ausbaue zu ungefähr 2000 cbm ermittelt. Bohrungen auf dem Bahnhofsgelände ergaben ein für alle Zwecke ziemlich verwendbares Wasser.

Für die Versorgung des preufsischen Teiles des Haupt-Personenbahnhofes Leipzig waren ebenfalls 1200 cbm, später 2000 cbm vorzusehen. Da die auf diesem Bahnhofe vorgenommenen Untersuchungen jedoch ein für Lokomotiv-Zwecke wenig geeignetes Wasser ergaben, etwa aus der städtischen Leitung Leipzig zu Gebote stehendes Wasser sich ebenfalls nicht eignete, das in Wahren erbohrte Wasser auch für beide Bahnhöfe ausreichte, so wurde einer gemeinsamen Wasserversorgung beider Stationen näher getreten, nachdem diesbezügliche Rechnungen auch ergeben hatten, dafs diese Beschaffung die vorteilhafteste sei.

Zu dem Ende wurde in Wahren die Anlage einer Pumpstation von 2 . 1200 = 2400 cbm vorgesehen, deren Höchstleistung bis auf täglich 4000 cbm vergröfsert werden kann.

Das auf Bahnhof Wahren in einem Hochbehälter von 300 cbm Fassungsraum geförderte Wasser versorgt die Station selbst und wird weiter in einer 225 mm weiten Rohrleitung, die auf frisch geschüttetem Boden aus Mannesmann-Stahlrohren hergestellt werden soll, nach dem etwa 7,2 km entfernten 500 cbm fassenden Hochbehälter auf dem Personenbahnhofe Leipzig geleitet, welcher Behälter mit dem ungefähr 17 m höher stehenden in Wahren verbunden wird.

Bei den Bohrungen auf dem Güterbahnhofe Wahren wurden nach längerm Suchen in der Linie OB_1—OB_4 (Abb. 1, Taf. VII) zwei wasserführende Schichten, eine Oberwasserschicht in 8 bis 16 m und eine Tiefwasserschicht in 31 bis 36 m Tiefe aufgeschlossen, in Linie TB_5—TB_7 nur die Tiefwasserschicht.

Da sich das Wasser der tiefen Schicht durch die Heranziehung des Oberwassers besserte, wurde die Mischung beider Schichten vorgesehen. Zu dem Ende wurden bei OB_1, OB_2, OB_3 und OB_4 Oberwasser-Brunnen von ungefähr 17 m Tiefe angelegt, die durch Leitungen OB_1—S und OB_4—S mit einem Sammelschachte S verbunden wurden. Zur Nutzbarmachung des Tiefwassers wurden die beiden Tiefbrunnen TB_2 und TB_4 mit 36 m Tiefe ausgeführt. Für die erste Versorgung von Leipzig treten die drei Tiefbrunnen TB_5, TB_6, TB_7, sowie noch ein zweiter Sammelschacht S_1 hinzu, und für die Höchstversorgung nach endgültiger Fertigstellung beider Bahnhöfe sollen noch die zwei Oberwasser-Brunnen OB_5 und OB_6 und die zwei Tiefbrunnen TB_1 und TB_3 zur Ausführung gelangen.

Da zu Beleuchtungszwecken auf dem Güterbahnhofe Wahren elektrischer Gleichstrom von 440 Volt vorhanden ist, wurde dieser aufser zum Betriebe der Drehscheiben, der mit Greifern betätigten Bekohlungsanlage und der Betriebswerkstätte auch für die Wasserversorgung nutzbar gemacht, und zwar wurde diese letztere Anlage so eingerichtet, dafs sie vollständig selbsttätig ohne ständige Bedienung das Wasser je nach Bedarf fördert.

Die Oberwasser-Brunnen geben durch Heberleitungen das Wasser nach dem hierfür ausreichend tief angelegten Sammelschachte S ab und füllen diesen bis zu einer bestimmten Höhe an. Die sich in den Heberleitungen etwa ansammelnde Luft wird durch ein vom Hochbehälter betriebenes Wasserstrahl-Gebläse entfernt.

Wenn der Wasserstand in dem Hauptbehälter bis zu einem bestimmten Punkte sinkt, wird der Strom durch einen im Hochbehälter befindlichen Schwimmer eingeschaltet und durch einen im Maschinenhause befindlichen Prefswasser-Hülfsschalter eine der einfach wirkenden Zwillings-Taucherkolben-Pumpen mittelst Selbstanlasser in Bewegung gesetzt. Reicht nun der Zuflufs aus den Heberleitungen der Oberwasser-Brunnen nicht aus, so sinkt ein im Sammelschachte vorhandener Schwimmer und setzt durch Anstofsschalt-Stromschliefser, welche dann in ihrer Führung herabsinken, mit Selbstanlassern erst die Tiefbrunnen-Pumpe TB_2 und dann TB_4 in Tätigkeit. Führen diese dem Sammelschachte zuviel Wasser zu, so werden die Tiefbrunnenpumpen durch den steigenden Schwimmer im Brunnen nach einander wieder ausgeschaltet und schliefslich auch durch den Schwimmer im Hochbehälter, wenn dieser ausreichend gefüllt ist, die Förderpumpe. In Bereitschaft steht vorläufig eine zweite Förderpumpe, für die Höchstleistung sind später beide Förderpumpen nötig, dann wird die in Zeichnung gestrichelte dritte Pumpe in Bereitschaft gestellt. Die Leitungen OB_1—S_1, OB_4—S und TB_7—S_1 sind unabhängig von einander und können einzeln aufser Betrieb gesetzt werden. Aufser den Selbstanlassern sind überall noch Handanlasser vorgesehen, die bei Eintritt von Schäden betätigt werden können.

Um die Herstellungskosten der Anlage möglichst herabzumindern, sind Ober- und Tief-Wasserbrunnen als Rohrbrunnen mit oberm Einsteigeschachte ausgebildet. Zur Heranschaffung des Wassers aus den ziemlich weit entfernt von einander liegenden Oberwasser-Brunnen sind als billigstes Heberleitungen verwendet, welche auch noch, wie weiter unten ausgeführt, zur Verminderung der Druckhöhe der an ihnen liegenden Tiefbrunnenpumpen nutzbar gemacht wurden.

Für die Tiefbrunnen sollten erst Tiefbrunnen-Kolbenpumpen verwendet werden, es würde aber, da sich auch die Anlage von sogenannten Mammuthpumpen der sehr schwierigen Tieferbohrung und der geringeren Nutzwirkung wegen zu teuer erwies, auf Kreiselpumpen und zwar zweistufige Hochdruck-Schleuderpumpen zurückgegriffen, diese des leichten Antriebes wegen in wagerechter Lage angeordnet, die Welle wurde stehend bis zum Einsteigschachte durchgeführt und mit der elektrischen eingekapselten Gleichstrom-Nebenschlufs-Triebmaschine unmittel-



bar mittels elastischer Kuppelung verbunden. Für gröfsere Ausbesserungen können nach Lösung der Druckleitung die Tiefbrunnenpumpen hochgezogen werden, für kleinere Nacharbeiten ist im Rohrbrunnen eine Leiter eingebaut, die an den Stellen, wo sich in dem Wellenschutzrohre Lager für die stehende Welle befinden, umklappbare Tritte erhalten hat. Zur Aufnahme des Wellengewichts und der Kreiselräder sind leicht zugängliche Kugellager angeordnet. Die Schmierung aller Lager erfolgt durch eine gemeinsame im Einsteigschachte befindliche Schmier-Vorrichtung, die sich nur beim Betriebe der Pumpe selbständig einschaltet.

Um den Kraftbedarf der an der Linie OB_1—OB_4 liegenden Tiefbrunnen herabzuziehen, ist die Druckleitung jeder Tiefbrunnenpumpe an die Oberwasser-Heberleitung angeschlossen, um durch die Hebersaugwirkung die Druckhöhe zu vermindern, was auch bei der sehr gleichmäfsigen Wasserförderung der Kreiselpumpen ohne Bedenken war. Durch die saugende Wirkung des in den Sammelschacht herabgeführten Heberschenkels wird die von den Kreiselpumpen zu überwindende Druckhöhe um das Mafs verringert, das sich abzüglich der Reibungswiderstände als Unterschied der Höhenlagen des Wasserspiegels im Sammelschachte und des Heberscheitels ergibt, und welches bei regelmäfsigem Betriebe ungefähr 3 m beträgt.

Für die Tiefbrunnen TB_5, TB_6 und TB_7 kommt die volle Druckhöhe zur Geltung. Sollten sich diese Rohrbrunnen als genügend trocken erweisen, so soll die eingekapselte Triebmaschine ohne die längere Welle unmittelbar mit der Kreiselpumpe verbunden, über dem höchsten Wasserstande eingehängt werden.

Die gewöhnliche Beanspruchung eines Oberbrunnens beträgt 5 cbm/St., die Leistung einer Tiefbrunnenpumpe 20 cbm/St. bei 1350 bis 1400 Umdrehungen und 4,5 P.S. Leistung. Die Hauptförderpumpen haben je 85 cbm/St. Leistung bei 220 Umdrehungen in der Minute und 12 P.S. Vorläufig werden sie bei 165 Umdrehungen nur für 60 cbm Stundenleistung betrieben.

Die Zusammenstellung I gibt für den jetzigen Betrieb, für die Versorgung von Leipzig und für den späteren Höchstbedarf die täglichen Leistungen an.

Zusammenstellung I.

Anlage für	Wassermenge 1 Tiefbrunnen gibt 20 cbm/St. 1 Oberbrunnen gibt 5 cbm/St. cbm/St.		Betriebsleistung in 20 Stunden am Tage cbm	Höchstleistung in 24 Stunden am Tage cbm
Wahren	2 TB (2 und 4) + 4 . B (1, 2, 3 und 4) = 2,20 + 4,5	= 60	60,20 = 1200	60,24 = 1440
Leipzig	3 TB (5, 6 und 7) = 3,20	= 60	60,20 = 1200	60,24 = 1440
Erweiterung	2 TB (1 und 3) + 20 . B (5 und 6) = 2,20 + 2,5 .	= 50	50,20 = 1000	50,24 = 1200
	zusammen . .	170	3400	4080

Die Selbstkosten für die Wasserförderung nach vollständiger Fertigstellung beider Bahnhöfe stellen sich folgendermafsen:

Für Wahren:	Versuchsbohrungen	20000 M.
	Brunnenanlagen	100000 M.
	Pumpenhaus, Wasserturm mit Behälter	31000 M.
	Wasserförderungsanlagen einschliefslich Leitungen	46000 M.
		197000 M.

Hieran Verzinsung 3,5 %, Tilgung der Anlagekosten für die baulichen Anlagen 5 %, für die Maschinenanlagen 10 % 12150 M., festgestellte Betriebskosten 1 kw/St. = 10 Pf. 26800 M., also auf 5,2 Pfg./cbm.

Für die Zuleitung nach Leipzig, deren Kosten einschliefslich Wasserturm und Behälter 100000 M. betragen, erhöhen sich diese Förderkosten noch um 2 Pfg./cbm, sodafs sich die Selbstkosten für den Hauptbahnhof Leipzig auf 7,2 Pfg./cbm belaufen werden, ein Preis, der sich bei getrennter Wasserversorgung für Leipzig einschliefslich der dann nötigen Reinigung auf 10 Pfg./cbm stellen würde, bei Entnahme aus der städtischen Leitung, wobei auch Reinigung erfolgen müfste, noch höher.

Die Bohrungen, Rohrbrunnen*) und Leitungen sind von von Hof in Bremen, der Wasserbehälter, Bauart Barkhausen, von Klönne in Dortmund, der übrige Teil von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ausgeführt, für welche Borsig in Tegel die Kreiselpumpen entworfen und geliefert hat.

Die Anlage ist seit Anfang April 1905 ohne Unterbrechung im Betriebe und hat stets zur vollständigen Zufriedenheit gearbeitet.

*) Patent von Hof.

Ermittelung der Gewichte von Lokomotivkesseln.

Von **K. Kramář**, Ingenieur in Wien.

Hierzu Auftragung auf Tafel VIII.

Im Lokomotivbetriebe wird bekanntlich zur Erzeugung des Dampfes fast ausschliefslich eine einzige Kesselbauart verwendet, welche für Lokomotivkessel fast ganz feststeht, und welche sich seit den ersten Anfängen des Eisenbahnbetriebes fast nicht geändert hat, wenn man von einigen erst in jüngster Zeit entstandenen und noch in Verbesserung begriffenen neuen Lokomotivkessel-Arten absieht, die alle die Einführung der bei ortsfesten Dampfkesseln bereits bewährten Wasserrohre zum Gegenstande haben. Die durch die Entwickelung des Eisenbahnverkehres verursachten Mehrleistungen der Lokomo-



tivkessel wurden daher lediglich durch Vergröfserung der Kesselmafse unter Beibehaltung ihrer ursprünglichen Form und durch Erhöhung der Dampfspannung erzielt.

Mit der Zunahme der Kesselgröfse stieg nun folgerichtig auch das Kesselgewicht, und es ist für verschiedene technische Beurteilungen, besonders der Neubau- und Ausbesserungs-Kosten, oder des Gewichtes ganz neuer erst zu erbauender Kesselgröfsen von Wert, die Gewichte der verschiedensten Gröfsen der nach gleicher Art gebauten Kessel in eine Form zu kleiden, welche gestattet, das Gewicht aus den gegebenen mafsgebenden Grundmafsen rasch und annähernd verläfslich zu ermitteln. Diese mafsgebenden Grundmafse sind die Gröfse der wasserberührten Heizfläche H und die Höhe der Dampfspannung p.

Die Kessel dieser Art setzen sich aus drei Teilen zusammen:

1. aus der gewöhnlich kupfernen Feuerbüchse;
2. aus dem über diese gestülpten und mit ihr an ihrem untersten Rande wasserdicht vernieteten eisernen Stehkessel;
3. aus dem sich an letztern nach vorn anschliefsenden eisernen zylindrischen Langkessel, welcher eine gröfsere Anzahl von Heizrohren enthält.

Diesem Aufbau des Kessels folgend, kann auch sein Gewicht zusammengesetzt werden. In der Folge sei nun kurzweg der erste Teil als »Feuerbüchse«, der erste und zweite Teil zusammen als »Stehkessel« und der dritte unter Ausschlufs der Heizrohre als »Langkessel« bezeichnet; das Gewicht des ganzen Kessels ist dann die Summe der Gewichte des Stehkessels und des Langkessels.

Aus der bekannten wasserberührten Heizfläche der Feuerbüchse h_1 qm und der Heizrohre h_2 qm, sowie der Dampfspannung p at soll nun das Gewicht der Feuerbüchse G_f kg, das des Stehkessels G_{st} kg und das des Langkessels G_l kg ermittelt werden.

Das Gewicht der Feuerbüchse hängt hauptsächlich von der Gröfse der Heizfläche h_1 der Feuerbüchse ab; die Höhe der Dampfspannung wird fast keinen Einflufs haben, weil sich die Entfernung der Stehbolzen der Feuerbüchswände voneinander bei der in Rede stehenden Kesselart der Dampfspannung derart anpafst, dafs die Blechstärke für fast alle überhaupt in Betracht kommenden Dampfspannungen als unveränderlich angesehen werden kann. Da die Heizfläche der Feuerbüchse ihrer Oberfläche gleich ist, bestimmt sich das Gewicht einfach aus Heizfläche mal Blechstärke mal Gewicht der Einheit:

Gl. I) . . $G_f \text{ kg} = h_1 \text{ qm} \times 10{,}000 \times 1{,}75 \times 0{,}00895 = 156{,}6 \,.\, h_1 \text{ qm},$

wobei als mittlere Blechstärke 17,5 ^{mm} und als Gewicht des Kupfers 8,95 t/cbm angenommen wurden.

Das Gewicht des äufsern eisernen Stehkesselmantels mit allen Stehbolzen, Deckenankern, Deckenschrauben, dem eisernen Fufskranze und allen Auswasch-Deckeln und Bolzen läfst sich für die verschiedenen Formen dieses Mantels rechnerisch schwer bestimmen; die Kesselbauart bedingt jedoch, dafs dieser, die Feuerbüchse einhüllende Mantel seinem Gewichte nach nur von der Gröfse der letztern, also von der Heizfläche abhängt, wieder unabhängig von der Dampfspannung. Aus einer Reihe von Aufschreibungen des Gewichtes ausgeführter Stehkessel wurde für dieses Gewicht die Gleichung ermittelt:

Gl. II) . . . . . $G_m \text{ kg} = 250 + 279 \,.\, h_1 \text{ qm}.$

Durch Zusammenfassung der Gl. I) und II) folgt das Gewicht des Stehkessels mit:

Gl. III) . . . . $G_{st} \text{ kg} = 250 + 435{,}6 \,.\, h_1 \text{ qm}.$

Das Gewicht des Langkessels hängt von der Gröfse der Heizfläche der Heizrohre h_2 und von der Dampfspannung p ab; zur rechnerischen Bestimmung*) ist aufserdem die An-

---

*) Nach der Festigkeitslehre folgt bei den Bezeichnungen D^{cm} = Kesseldurchmesser, l^{cm} = Kessellänge, p^{at} = Dampfspannung, s^{cm} = Wandstärke, r = Zahl der Heizrohre von d^{cm} äufserm Durchmesser, h_2^{qm} = Heizfläche aller Heizrohre, $\sigma_z^{kg/qcm}$ = Zugfestigkeit des Metalles, γ = Gewicht eines ccm des Metalles, s = Sicherheitsgrad, φ % = Festigkeit der Nietnaht, zunächst die Kesselwandstärke mit:

Gl. 1) . . . . $\delta = D \,.\, p \,.\, \frac{s}{2 \,.\, \sigma_z \,.\, \varphi} = c_1 \,.\, D \,.\, p,$

und das Gewicht des Zylinderkessels mit:

$$G_z = D \,.\, \pi \,.\, l \,.\, \delta \,.\, \gamma = c_2 \,.\, D \,.\, l \,.\, \delta = c_1 \,.\, c_2 \,.\, D^2 \,.\, l \,.\, p =$$

Gl. 2) . . . . $G_z = c_3 \,.\, D^2 \,.\, l \,.\, p.$

Ferner ist

Gl. 3) . . . . $h_2 = \frac{r \,.\, l \,.\, d \,.\, \pi}{10000}.$

Mittelwerte sind $d = 5{,}1$ cm, $\frac{D}{r} = 0{,}7$; $\frac{l}{D} = 3{,}03$; dadurch wird in Gl. 3):

Gl. 4) . . $h_2 = \frac{5{,}1 \,.\, \pi}{10000} \,.\, \frac{D}{0{,}7} \,.\, 3{,}03\, D = \frac{5{,}1 \times 3{,}03 \times \pi}{7000} \,.\, D^2 = 0{,}00694\, D^2.$

Die Einsetzung in Gl. 2) ergibt:

Gl. 5) . . $G_z = c_3 \,.\, p \,.\, \frac{h_2}{0{,}00694} \,.\, 3{,}03 \sqrt{\frac{h_2}{0{,}00694}} = C \,.\, \sqrt{h_2^3}.$

Hierin hat c den Wert:

Gl. 6) . . $C = \frac{s}{2 \,.\, \sigma_z \cdot \varphi} \,.\, \pi \,.\, \gamma \,.\, \frac{3{,}03}{0{,}00694 \sqrt{0{,}00694}} = 8239 \frac{s \,.\, \gamma}{\sigma_z \cdot \varphi}.$

und bei Einführung von $\sigma_z = 3500$ kg, $\gamma = 0{,}0078$, $\varphi = 0{,}78$

Gl. 7) . . . . $C = \frac{8239 \,.\, 0.0078}{3500 \,.\, 0{,}78} \,.\, s = 0{,}0235\, s.$

Die Durchrechnung einer Anzahl von ausgeführten Kesseln zeigt nun, dafs s mit der Gröfse der Kessel abnimmt, und zwar nach der

Gl. 8) . . . . Gleichung $s = 8{,}33 - 0{,}016\, h_2^{qm}.$

Bei Berücksichtigung dieses Umstandes und Hinzufügung von 8 % des Kesselgewichtes für Überlaschungen, Nietungen und Flanschen erhält man aus Gl. 5), 7) und 8) endgiltig:

Gl. 9) . . $G_z = 0{,}0255\, p^{at} \,.\, h_2^{qm} (8{,}33 - 0{,}016\, h_2^{qm}) \sqrt{h_2^{qm}}.$

Bei weiterer Annahme einer Blechstärke von $\delta = 10$ mm und der Länge von 1 m für die Rauchkammer ergibt sich unter Berücksichtigung von Gl. 4) deren Gewicht mit:

Gl. 10) . . $G_r = 1 \times 100 \times D \times \pi \times \gamma = 100 \,.\, \pi \,.\, \gamma \sqrt{\frac{h_2^{qm}}{0{,}00694}}$

$$= \frac{100 \,.\, 3{,}14 \,.\, 0{,}0078}{\sqrt{0{,}00694}} \sqrt{h_2^{qm}} = 29{,}5 \sqrt{h_2^{qm}},$$

und schliefslich das Gewicht der Rauchkammerrohrwand bei einer mittlern Stärke von 26 mm mit

$$\left(\frac{D^2 \pi}{4} \,.\, 2{,}6 - \frac{d^2 \pi}{4} \,.\, 2{,}6 \,.\, r\right) \gamma = \frac{2{,}6 \,.\, \pi}{4} (D^2 - r \,.\, d^2)\, \gamma =$$

Gl. 11) . . $= \frac{2{,}6 \times 3{,}14 \times 0.0078}{4} \left(\frac{h_2^{qm}}{0{,}00694} - \frac{5{,}1^2 \,.\, \sqrt{h_2^{qm}}}{0{,}7 \,.\, \sqrt{0{,}00694}}\right)$

$$= 0{,}2\, (12{,}1\, h_2^{qm} - 37{,}2 \sqrt{h_2^{qm}}).$$

nahme verschiedener aus der Praxis folgender Mittelwerte einzelner Kessel-Abmessungen nötig. Ferner ist zu berücksichtigen, dafs der Langkessel aus dem Zylindermantel, der Rauchkammer, der Rauchkammerrohrwand und dem Dampfdome besteht. Die Berechnung liefert dann:

Gl. IV) Gewicht des Zylindermantels G_z kg $= 0{,}0255 \,.\, p$ at $.\, h_2$ qm $(8{,}33 - 0{,}016\, h_2$ qm$)\, \sqrt{h_2}$ qm,

Gl. V) . . Gewicht der Rauchkammer G_r kg $= 29{,}5 \sqrt{h_2 \text{ qm}}$,

Gl. VI) . . Gewicht der Rauchkammerrohrwand G_w kg $= 0{,}2\, (12{,}1\, h_2$ qm $- 37{,}2 \sqrt{h_2 \text{ qm}})$.

Das Gewicht eines Domes kann rund mit 265 kg angenommen werden. Durch Vereinigung folgt das Gewicht des Langkessels mit:

Gl. VII) . . . . $G_l = 265 + G_c + G_r + G_w$.

Durch Darstellung der im vorstehenden rechnerisch und aus der Praxis gesammelten Werte und Gleichungen läfst sich für die im Betriebe am häufigsten vorkommenden Kesselabmessungen eine Gewichtstafel zusammenstellen, welche ohne Rechnung gestattet, die Gewichte der einzelnen Kesselbestandteile abzulesen. Eine solche Darstellung ist auf Tafel VIII angefügt; die Art und Weise ihrer Benutzung ergibt sich durch Verfolgung des auf ihr angefügten Beispieles von selbst.

Diese Tafel VIII enthält unter Kennzeichnung der für ihre Aufstellung mafsgebenden Kesselart sowohl die Einzelgewichte nach Gl. 9), 10) und 11), als auch die Endwerte nach Gl. I), III) und VII), und zwar für Lokomotivkessel mit Heizflächen der Feuerbüchse h_1 zwischen 4 und 20 qm, Heizflächen h_2 der Heizrohre zwischen 50 und 300 qm und Dampfspannungen p von 9 bis 16 at; sie umfafst sonach ein für die jetzt gebräuchlichen Lokomotivkessel-Abmessungen fast unbeschränktes Verwendungsgebiet.

In Einzelfällen, in denen die Kesselform teilweise von der zu grunde gelegten abweicht, etwa durch Vorhandensein zweier Dome und eines Verbindungsstutzens zwischen diesen, oder durch wesentlich andere Abmessungen der Rauchkammer, oder in denen die angenommenen Mittelwerte auch nicht annähernd mehr zutreffen, kann die Einzelrechnung nach den allgemeinen Gleichungen oder ein schätzungsweiser Zuschlag zu den aus der Tafel abgelesenen Gewichten in Anwendung kommen.

Der Hauptzweck der Tafel VIII ist die rasche, annähernd richtige Bestimmung des Kesselgewichtes der Lokomotiven ohne weitere Rechnung nur unter Berücksichtigung der Heizfläche und Dampfspannung; diesem Hauptzwecke scheint die Tafel zu entsprechen.

Um einem Fehlschlusse bei allgemeiner Betrachtung der Linien der Tafel vorzubeugen, sei besonders hervorgehoben, dafs diese Linien nur innerhalb der angeführten Grenzen richtige Werte liefern, über diese hinaus jedoch Fehlangaben entstehen lassen; diese Erkenntnis steht vollkommen im Einklange mit der Tatsache, dafs man gröfsere Kessel als bis zum angeführten Grenzmafse nach dieser Bauart kaum mehr bauen kann, ohne mit ihren Abmessungen über die Umrifslinie des lichten Raumes hinaus zu geraten. Auch in dieser Beziehung steht bekanntlich die heutige Lokomotive an der Grenze ihrer Entwickelungsfähigkeit.

Zweckmäfsigste Richtung bei Bahnübergängen.

Von **Wilcke**, Baurat in Meseritz.

Bei Anordnung der Strafsenübergänge in Schienenhöhe wird meist auf rechtwinkelige Kreuzung Bedacht genommen, obgleich hierfür wohl nur der Grund vorhanden ist, dafs die Fuhrwerke die Bahn auf dem kürzesten Wege überschreiten.

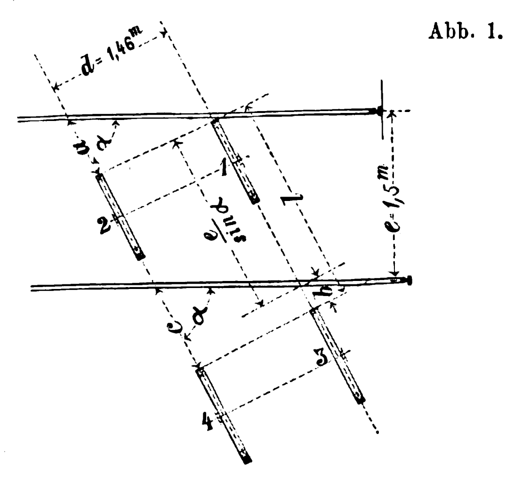
Schräge Übergänge, die bis zu 30° allgemein zulässig anerkannt werden und in manchen Gegenden bis 9° ohne Nachteil für den Verkehr ausgeführt sind, bieten dagegen für die Bahn und für den Wagenverkehr mehrfache Vorteile. Durch die spitzwinkelige Anordnung werden vielfach kostspielige Erdarbeiten vermieden, und solche Übergänge sind meist besser zu übersehen, ein Umstand, der namentlich für Bahnen minderer Ordnung ohne Bahnschranken von Bedeutung ist. Aber auch die beim Übersetzen der Gleise auftretenden Stöfse, welche nicht nur einen Kraftverlust für die Fuhrwerke bedeuten, sondern auch schädigend auf die Gleisbefestigung wirken, sind bei schrägen Übergängen geringer, da dann die Wagenräder nicht paarweise über die Schienen gehen, also die Wagen mit ihrer Belastung weniger hochgehoben, und die Erschütterungen durch das Herabfallen geringer werden.

Durch Rechnung ist zu ermitteln, welche Kreuzungswinkel zwischen Weg und Gleis für den Wagenverkehr zweckmäfsig ist, wobei Wagen mit verschiedenem Achsstande zu Grunde zu legen sind.

a) Schwere Arbeitswagen mit $l = 3{,}2^m$ Achsstand und $d = 1{,}46^m$ Spur (Textabb. 1).

Ist der Schienenabstand $e = 1{,}5^m$ und wird verlangt, dafs die Räder 2, 3 und 4 dem Rade 1 im Überschreiten der

Abb. 1.



Schienen in gleichen Zeitabschnitten folgen, so mufs $a : b : c = 1 : 2 : 3$, also $b = 2a$ sein, und da $b = l - \frac{e}{\sin \alpha}$, $a = d \cot \alpha$, so ist

$$l - \frac{e}{\sin \alpha} = 2 \,.\, 1{,}46 \cot \alpha \text{ oder}$$



Gl. 1) . . $\sin\alpha\,(1 - 2{,}92\cot\alpha) - 1{,}5 = 0$,

deren Wurzel zwischen $\alpha = 62$ und 63^0 liegt.

b) Leichte Wagen Achsstand $l = 2{,}2^m$, Spur $d = 1{,}46^m$.

Hier sollen die Räder 1, 3, 2 und 4 die Schienen in gleichen Zeitfolgen überschreiten, also mufs $a = 2b$ sein, so dafs in diesem Falle

$$2\left(1 - \frac{1{,}5}{\sin\alpha}\right) = 1{,}46\cot\alpha \text{ oder}$$

Gl. 2) . . $\sin\alpha\,(4{,}4 - 1{,}46\cot\alpha) - 3 = 0$

wird, welche Gleichung dem Winkel $\alpha = 58^0 35'$ entspricht.

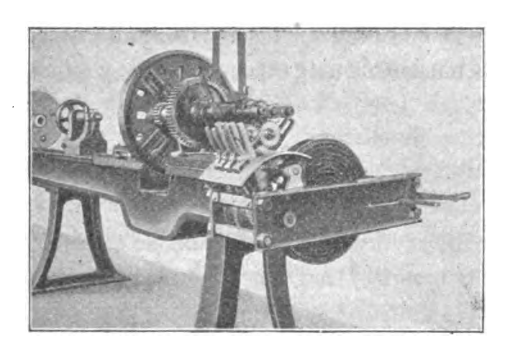
Der Wagenverkehr bedingt also Übergänge mit den Winkeln α von 58 bis 63^0. Für andere Wagen oder für Bahnen mit engerer Spur ändern sich nach den angegebenen Gleichungen die bezüglichen Ergebnisse.

Das Gewindeschneiden auf Leitspindel-Drehbänken ohne Wechselräder.

Eine eigenartige und wichtige Erfindung auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinen ist die von H. Götzen in Marxloh bei Ruhrort eingeführte Vorrichtung zum Gewindeschneiden auf Leitspindel-Drehbänken ohne Wechselräder, welche nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen geeignet ist, in den Eisenbahnwerkstätten bei der Anfertigung der verschiedenen Schrauben- und sonstigen Gewinde einen günstigen Einflufs auf die Schnelligkeit der Fertigstellung und die Höhe der Herstellungskosten bei Verbesserung der Genauigkeit auszuüben, zumal diese Vorrichtung an jeder älteren Leitspindeldrehbank anzubringen ist und ohne Rücksicht auf die sonstige Bauart der Drehbank verwendet werden kann.

Im wesentlichen besteht die Vorrichtung (Textabb. 1)

Abb. 1.



aus zwei C-Eisen-Wangen, zwischen denen zwei Wellen mit je vier kleinen Zahnrädern von verschiedenen Durchmessern gelagert sind. Zwischen den beiden Wellen sind vier Hebel mit je einem kleinen Zahnrade angeordnet, welche durch Umlegen den Eingriff und die Verbindung mit den auf den beiden Wellen befindlichen entsprechenden Zahnrädern herstellen. Die untere Zahnradwelle trägt an dem äufseren Ende noch ein fünftes kleines Zahnrad, durch welches eine zu dieser Welle rechtwinkelig angeordnete, ausrückbare Welle mit verschiebbarem Kegel-Zahnrade angetrieben wird. Auf dem Ende der Drehbankleitspindel ist aufserhalb des Drehbankbettes, an Stelle der Schere eine Scheibe mit zehn im Durchmesser und in der Teilung verschiedenen Kegel-Zahnkränzen befestigt, welch letztere wie die Topfringe eines Kochherdes ineinandergelegt und durch je einen Stift und die mittlere Schlufsscheibe in ihrer Lage festgehalten werden. Auf der äufseren Wange der Vorrichtung ist eine Teilung angebracht, nach der das mit einem Zeiger versehene, auf der Welle verschiebbare Kegel-Zahnrad eingestellt wird, sodafs beim Einrücken dieses Zahnrades der Eingriff in einen bestimmten Zahnkranz auf der Scheibe und so das Schneiden eines bestimmten Gewindeganges erfolgt.

Der Antrieb der Vorrichtung erfolgt durch ein auf der Drehbankspindel befestigtes kleines Zahnrad, welches je nach dem Rechts- oder Links-Gewinde geschnitten werden soll, mit einem von zwei in einem Handhebel gelagerten kleinen Zahnrädern in Eingriff gebracht wird. Mit der Vorrichtung können nach Zahl der Zahnkränze in der Zahnkranzscheibe und nach Zahl der kleinen mit Zahnrad versehenen Handhebel eine entsprechende Anzahl, etwa $4 \times 10 = 40$, verschiedene Rechts- und Links-Gewinde geschnitten werden; auch ist die Vorrichtung ausrückbar, sodafs sie beim Schlichtdrehen nicht hinderlich ist.

Die Haltbarkeit und Genauigkeit der Götzenschen Vorrichtung hat trotz des mäfsigen Preises in denjenigen Eisenbahnwerkstätten, in welchen die Vorrichtung seit etwa Jahresfrist verwendet wird, zu Anständen keine Veranlassung gegeben. Der Gang der Vorrichtung ist infolge der genau und sauber gefrästen kleinen Zahnräder und der Zahnkränze vollständig geräuschlos.

Mit Rücksicht auf die Zeitersparung gegenüber den bisher üblichen Wechselrädern, die geringen Beschaffungskosten und die so erzielte schnelle Abschreibung der Götzenschen Vorrichtung kann ihre Verwendung empfohlen werden, zumal die Handhabung keinerlei Übung oder besondere Sachkenntnis bei einem gelernten Dreher voraussetzt, sondern ohne Anwendung von Gewindelisten bedient werden kann.

Die Vorrichtung wird in zwei Gröfsen für grofse und kleine Drehbänke ausgeführt. Das einführende Werk ist zu jeder weitern Auskunft bereit.



Betrachtungen über den Lokomotivdienst.

Von **Richter,** Regierungs- und Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Maschinen-Inspektion 1 in Schneidemühl.

Vor etwa fünfzehn Jahren wurden bei den preufsischen Staatseisenbahnen eingehende Versuche mit der mehrfachen Besetzung von Zuglokomotiven angestellt. Bei den Verschiebelokomotiven der gröfseren Stationen war sie schon lange vorhanden, hier war sie ja bei bequemem Mannschaftswechsel durch den Tag- und Nacht-Dienst gegeben.

Die Versuche im Zugdienste wurden jahrelang fortgesetzt, es wurde mit allen Mitteln auf die dauernde Einführung hingewirkt, und doch liefs sie sich nicht mit Vorteil erreichen.

Zunächst war das Widerstreben der Lokomotivmannschaften zu überwinden, sodann glaubte man, den erhöhten Heiz- und Schmierstoffverbrauch, welcher sich bei der mehrfachen Besetzung in der ersten Zeit ergab, allmälig beseitigen zu können, war doch ein Minderverbrauch sehr wahrscheinlich. Diese Annahme stellte sich aber, von einigen Ausnahmen bei günstigen Verhältnissen abgesehen, als eine irrige heraus. Bis zuletzt war ein Mehrverbrauch an Kohlen von etwa 5 % und an Schmiermitteln von rund 25 % vorhanden.

Auch noch andere Schwierigkeiten stellten sich ein. Die Unregelmäfsigkeiten bei den Zügen vermehrten sich, und Beschädigungen kamen viel mehr vor, als bei einfacher Besetzung. Mit der Zeit entstand ferner ein Mangel an Zugkräften für Sonderdienste und bei gesteigertem Verkehre, weil dem geringern dienstplanmäfsigen Bedarfe entsprechend mit der Ausmusterung von Lokomotiven flotter vorgegangen wurde, als mit der Neubeschaffung. So wurde denn das Verfahren wieder verlassen, und zwar zuerst bei den Schnell- und Personenzügen, später auch bei den Güterzügen.

Selbst in Amerika, von wo die neue Einrichtung übernommen war, kommt man immer mehr von der mehrfachen Besetzung der Lokomotiven ab, besonders bei den Schnell- und Personenzügen.

Die Versuche hatten dennoch günstig gewirkt und ergaben einen dauernden Nutzen, indem mit Sicherheit erkannt worden war, dafs eine reine Doppelbesetzung, das heifst eine solche, bei der je zwei Mannschaften eine Lokomotive zu gemeinsamem Gebrauche überwiesen wird, mit Vorteil angewandt werden kann.

Wenn nun dieses Verfahren nicht überall in tunlichstem Mafse zur Anwendung gelangte, so liegt dies zum Teil an den Mifserfolgen der mehrfachen Besetzung.

In neuerer Zeit wird aber wieder an vielen Stellen mit der mehrfachen und doppelten Besetzung vorgegangen, und es dürfte auch nicht ohne Grund einiger Nutzen davon zu erwarten sein.

Der Verkehr ist dichter und stärker geworden, die Leistungen der Lokomotiven mufsten fortwährend gesteigert werden, und demgemäfs wurden die Beschaffungskosten höher und der Verbrauch an Heiz- und Schmier-Stoffen bedeutender. Falls es nun möglich ist, von diesen teuern Lokomotiven einige zu sparen, so bedeutet das einen beachtenswerten Gewinn. Daneben erleichtert ein schnellerer Verbrauch die Beschaffung der verbesserten neuesten Lokomotiven für die schwersten Dienste.

Die verbesserte Bauart der Lokomotiven gestattet ferner, sie längere Wege zurücklegen zu lassen, bevor sie gereinigt und für eine neue Fahrt bereit gestellt werden müssen.

Neben den vorgenannten allgemein gültigen Veränderungen wurde bei den preufsischen Staatseisenbahnen eine bessere Ausnutzung der Zugkräfte noch ganz besonders durch die Neuregelung am 1. April 1895 ermöglicht, welche durchweg eine freiere Bewegung geschaffen hat.

Die Beachtung der Bezirksgrenzen fiel fort, und die neu errichteten Inspektionen bekamen mafsgebenden Einflufs auf den äufsern Dienst. Die Überzeugung brach sich nach und nach Bahn, dafs es für die Staatseisenbahnen nur ein grofses Bahngebiet gibt und nicht nur jeder Beamte, sondern auch alle Betriebsmittel ohne Rücksicht auf den Heimatbezirk so verwendet werden müssen, wie es zur besten Verwertung nötig ist.

Durch die Verschmelzung der preufsischen und hessischen Staatseisenbahnen am 1. April 1897 wurden weitere Fortschritte gemacht, und die in Aussicht stehende deutsche Betriebsmittelgemeinschaft wird noch bedeutend gröfsere Vorteile mit sich bringen.

Aufserdem war mit der alten Ersparnisbeteiligung am 1. April 1896 aufgeräumt worden. Erhielt früher jeder Lokomotivbeamte den an festgesetzten Darfverbrauchssätzen ersparten Heiz- und Schmier-Stoff mit einem gewissen Gewinnanteile vergütet, so bilden jetzt alle Lokomotivbeamte einer Maschinen-Inspektion eine Gesellschaft, von der jeder neben festen Vergütungen mit seinem Anteile an dem Gewinne Teil nimmt, welcher in einem vollen Jahre von allen erzielt wird.

Durch dieses neue Verfahren wird einerseits das Streben der Lokomotivbeamten, nur eine sogenannt eigene Lokomotive zu bedienen, vermindert und anderseits bietet die Gewinnverteilung keine Schwierigkeiten mehr, wenn die Lokomotiven lange Strecken durchlaufen, selbst bei Mannschaftswechsel auf Zwischenstationen. Der Dienst stellt sich indes günstiger, wenn eine starke Inanspruchnahme der Lokomotiven erzielt werden kann, ohne die Mannschaft auf Zwischenstationen wechseln zu müssen.

Mit Rücksicht auf die angedeuteten, zur Zeit herrschenden Bestrebungen dürfte die Besprechung der tatsächlichen Verhältnisse auf einer verkehrsreichen Strecke zur Klärung beitragen.

Wohl geeignet hierzu erscheint die Betriebstrecke Berlin-Schneidemühl, welche für den Schnell- und Personenzugdienst 260 km lang ist, Grunewald-Schneidemühl, und hinsichtlich des Güterzugdienstes 246 km, Lichtenberg-Friedrichsfelde-Schneidemühl. In jeder Richtung verkehren auf der ganzen Strecke täglich 3 D-Züge, 2 sonstige Schnellzüge, 7 Personenzüge, 1 Eilgüterzug und 9 Güterzüge, zusammen $2 \times 22 = 44$ Züge. Aufserdem werden noch einige Züge auf einem Teile des Be-

zirks und 1 Luxuszug an zwei Tagen in der Woche gefahren, sowie eine gröfsere Anzahl von Bedarfsgüterzügen.

Zunächst scheint die grofse Zugzahl eine leichte Auswahl von doppelt besetzten Lokomotiven zu gestatten. Das ist jedoch nicht der Fall, weil die Züge dem Verkehrsbedürfnis entsprechend nicht gleichmäfsig auf die Zeiten eines Tages von Mitternacht bis Mitternacht verteilt sind. Hierauf näher einzugehen, würde zu weit führen, auch ist es nicht der Zweck dieser Zeilen, den gesamten Lokomotivdienst zu besprechen.

Für das Durchfahren langer Strecken ohne Lokomotivwechsel hat es sich als zweckmäfsig herausgestellt, bei Güterzügen in Landsberg a/W., wo eine gröfsere Betriebswerkstätte ist, einen Wechsel eintreten zu lassen. Bei einigermafsen belasteten Güterzügen läfst die Leistung der Lokomotiven schon erheblich nach, wenn sie die 124 km lange Strecke von Lichtenberg-Friedrichsfelde bis Landsberg zurückgelegt haben, und es müfste eine Instandsetzung der Lokomotiven unterwegs stattfinden, wenn sie bis Schneidemühl durchfahren sollten. Dazu aber wäre ein längerer Aufenthalt nötig und der Vorteil des weitern Fahrens ginge dadurch verloren, oder er würde doch erheblich abgeschwächt werden.

Von einer Doppelbesetzung dieser Lokomotiven mufste ebenfalls Abstand genommen werden, obwohl sie bei einzelnen Zügen wohl zu erreichen wäre.

Von 59 ständigen Betriebslokomotiven haben je 4 für den Tag und für die Nacht, zusammen 8 dienstplanmäfsig in Bereitschaft zu stehen, nämlich je 2 in Schneidemühl, Krenz, Landsberg und Lichtenberg-Friedrichsfelde. Die Bereitschafts-Lokomotiven aber sollten grundsätzlich nicht doppelt besetzt werden, weil sie ihrer Verwendung entsprechend zwar zu einer bestimmten Zeit den Dienst beginnen müssen, aber beim Eingreifen in den Zugdienst sehr häufig nicht zum Dienstschlusse zurückkehren. Dann wäre also für den anschliefsenden Bereitschaftsdienst eine Lokomotivmannschaft zur Stelle, aber keine *Lokomotive*. Hinzu kommt noch, dafs die Bereitschaft vorwiegend für den fahrplanmäfsigen Zugdienst bestimmt und nötig ist, ihre Inanspruchnahme für Bedarfs- und Arbeitszüge also nur beschränkt sein kann. Hierfür müssen andere Lokomotiven verfügbar gemacht werden.

An einem Tage im Monat Juni 1905 waren für besondere Dienste 27 Güterzuglokomotiven zu stellen, und das war keine von den seltenen Ausnahmen. Vorhanden waren für den Zugdienst mit Bereitschaft zusammen 77 Lokomotiven, von denen sich 59 dienstplanmäfsig im Betriebe befanden. Bei nur 10 Lokomotiven in Ausbesserung standen mithin 8 für die 27 Sonderdienste zur Verfügung. Mehrfach besetzen liefsen sich diese 8 Lokomotiven nicht, weil sie von 5 verschiedenen Betriebswerkstätten zu stellen waren. Somit blieb nichts anderes übrig, als den weitern Bedarf von 19 Lokomotiven durch Heranziehung der dienstfreien Zuglokomotiven zu decken. Damit war die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht

Aushülfe durch Nachbarbezirke wäre kaum oder doch nur sehr beschränkt möglich gewesen, hätte sich auch nicht schnell genug beschaffen lassen.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dafs mehrfache Besetzung der Güterlokomotiven tatsächlich und sogar in grofsem Umfange vorhanden wat.

Bei einer etwaigen Doppelbesetzung könnte auch nicht eine einzige Lokomotive erspart werden, die frei gewordenen Lokomotiven müfsten vielmehr für Sonderdienste in kalte Bereitschaft gestellt werden. Irgend ein Vorteil wäre damit nicht zu erzielen, vielmehr müfsten die mit der Doppelbesetzung immerhin verbundenen, wenn auch geringen Nachteile ohne jeglichen Nutzen mit in den Kauf genommen werden. Es kann aber weiterhin nicht als wirtschaftlich richtig bezeichnet werden, wenn eine grofse Anzahl von Lokomotiven kalt gestellt und dem Verrosten preisgegeben wird. Zweckmäfsiger ist es, die Lokomotiven zu Zeiten geringern Verkehres gleichmäfsig weniger anzustrengen und sie in Fällen stärkern Verkehrs in erhöhtem Mafse zu beanspruchen.

Dementsprechend ist der Bestand an Güterzuglokomotiven im Bezirke der hier behandelten Maschinen-Inspektion ein nahezu gleicher geblieben. Im Sommer 1902 waren nämlich täglich ohne Berücksichtigung aller Sonderzüge fahrplanmäfsig rund 5700 Zugkilometer zu leisten. Hierfür standen 80 Lokomotiven zur Verfügung, von denen dienstplanmäfsig 56 verwendet wurden, einschliefslich der oben genannten 8 in Bereitschaft. Mithin leistete eine Lokomotive täglich 71 km im ganzen Durchschnitte und 102 km im Durchschnitte der ständigen Betriebslokomotiven. Für den Sommer 1905 stellten sich diese Zahlen auf 5800 Zugkilometer bei 77 Lokomotiven überhaupt und 59 Betriebslokomotiven, sodafs auf eine Lokomotive 75 und 98 km entfielen.

Die Eilgüterzüge werden mit 2/4 Verbund-Schnellzug-Lokomotiven gefahren, weshalb sie beim Schnellzug- und Personenzugdienste mit zu berücksichtigen sind. In diesem hat die Leistung einer Lokomotive im Gegensatze zum Güterzugdienste im Laufe der letzten drei Jahre nicht unerheblich zugenommen.

Die fahrplanmäfsige Tagesleistung betrug im Juni 1902 rund 7000 Zugkilometer, wofür 76 Lokomotiven überhaupt bei 56 ständigen Betriebslokomotiven zur Verfügung standen. Die durchschnittliche fahrplanmäfsige Tagesleistung einer Lokomotive war also 92 und 121 km. Für Juni 1905 stellen sich diese Zahlen auf 8000 Zugkilometer bei ebenfalls 76 und 56 Lokomotiven und demnach im Tages-Durchschnitte auf 105 und 143 km. Die Mehrleistung beträgt also rund 14 und 15 %.

Diese erhebliche Steigerung in der Leistung jeder Schnell- und Personenzug-Lokomotive wurde bei gleich gebliebenem Bereitschaftsdienste hauptsächlich durch bessere Verteilung der Dienste und weiter durch Doppelbesetzung in zwei Schnellzug-Dienstgruppen erreicht.

Eine noch stärkere Heranziehung der Lokomotiven ist als ausgeschlossen zu betrachten, es mufs vielmehr befürchtet werden, dafs die zulässige Grenze schon überschritten ist. Denn bei dem Pfingstverkehre 1905, der nicht gröfser war, als in früheren Jahren, und auch nicht gröfser, als an einzelnen Tagen um Weihnachten, Neujahr und Ostern, waren an den stärkstbelasteten Tagen 22 Personen- und Schnellzug-Lokomotiven, von denen die letzteren die Mehrzahl bildeten, für Sonderdienstleistungen erforderlich. Wie beim Güterzugdienste

waren diese nur durch unbeschränkt mehrfache Besetzung frei zu machen. Es wäre nicht möglich gewesen, auch nur noch eine weitere Lokomotive zur Verfügung zu stellen, der Bereitschaftsdienst wurde sogar schon mit Güterzug- und Tender-Lokomotiven geleistet.

Von anderen Bezirken Aushülfs-Lokomotiven zu erhalten, war als ausgeschlossen anzusehen, weil ja der Festverkehr, wenn auch in verschiedener Stärke, überall vorhanden ist.

Im Personen- und Schnellzug-Dienste werden zunächst an Bereitschaft gestellt je 1 Lokomotive mit Mannschaft Tag und Nacht in Schneidemühl, Kreuz, Landsberg, Cüstrin-Neustadt, und für Grunewald in Berlin, Schlesischer Bahnhof, auf letzterm jedoch zu Zeiten der schnellen Zugfolge gleichzeitig 2 Bereitschaftslokomotiven. Also befinden sich Bereitschaftslokomotiven an jedem Ende der Betriebstrecke von 260 km, und an drei Zwischenstationen, für rund 50 km ist mithin immer 1 Bereitschaft vorgesehen. Wenn nun auch nicht jede Bereitschaftslokomotive täglich beansprucht wird, so würde doch eine Verminderung häufige Betriebsunregelmäfsigkeiten im Gefolge haben. Besonders von Cüstrin-N. bis Berlin und von Kreuz bis Schneidemühl müssen die Schnellzüge häufig Vorspann erhalten, weil von hier ab nach 160 bis 200 km vor den meist schweren Zügen die Leistung der 2/4 gekuppelten Verbund-Schnellzug-Lokomotive erheblich nachläfst. Die in neuester Zeit eingestellten 2/5 gekuppelten vierzylindrischen Verbund-Schnellzug-Lokomotiven bewähren sich in dieser Hinsicht viel besser.

Aus dem vorstehenden geht schon hervor, dafs bei den Schnellzügen unterwegs kein Lokomotivwechsel stattfindet.

Die Lokomotiven fahren von Grunewald bis Schneidemühl und umgekehrt durch und brauchen sowohl bei vierachsigen Tendern mit 16 cbm als auch bei solchen mit 20 cbm Wasservorrat, nur einmal unterwegs in Landsberg Wasser zu nehmen. Der Wasservorrat der dreiachsigen Tender von 12 cbm reichte nicht immer von Schneidemühl oder Grunewald bis Landsberg aus, er war vielmehr oft in Kreuz und in Cüstrin-N, hier sogar bei einem fahrplanmäfsig nicht haltenden D-Zuge zu ergänzen.

Im übrigen wurde das Durchfahren der Schnellzug-Lokomotiven erst durch die 1892 zuerst in Betrieb gestellten 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven ermöglicht. Zunächst ging man vorsichtig vor, jetzt werden alle Schnellzüge zwischen Grunewald und Schneidemühl ohne Lokomotivwechsel befördert.

Der Kohlenverbrauch beträgt auf diesen 260 km nicht selten 4 t, woraus folgt, dafs bei einem Tender-Vorrate von 5 t die Grenzleistung einer Lokomotive vor dem Zuge rund 300 km beträgt. Dann ist aber nach den hiesigen Erfahrungen auch die Lokomotive in einem solchen Zustande, dafs sie wieder in Ordnung gebracht werden mufs, Feuer, Aschkasten und Rauchkammer sind zu reinigen, von den Gangwerkteilen ist der gröbste Schmutz zu entfernen, die Schmiervorrichtungen sind nachzusehen. Hierzu ist ein Aufenthalt von mindestens zwei Stunden erforderlich, während dessen auch Kohlen geladen werden können. Jetzt kann die Lokomotive wieder neuen Dienst bis zur oben genannten Grenze verrichten, dann aber mufs sie mindestens sechs Stunden aufser Betrieb gestellt werden, um sie gründlich nachsehen und in Stand setzen zu können.

Es ist an sich gleich, ob die 500 bis 600 km bei einer Zwischenpause von zwei Stunden in einer Richtung oder in Hin- und Rückfahrt auf einer Strecke zurückgelegt werden. Am besten wird sich der Dienst in letzterm Falle gestalten, weil dabei eine reine Doppelbesetzung am leichtesten zu erreichen ist.

Zu untersuchen bleibt vorerst aber noch, welche Leistung einer Lokomotivmannschaft in einer Dienstschicht zugemutet werden darf.

Bei schweren Schnellzügen bilden 260 km nahezu die Grenze; diese werden auf der hier behandelten Strecke in der Zeit von 4 Stunden und 20 bis 56 Minuten zurückgelegt. Während dieser Zeit mufs der Heizer 4 t Kohlen verfeuern. Die Züge halten zwischen Grunewald und Schneidemühl und umgekehrt 7 bis 10 mal und an keiner Stelle länger, als 5 Minuten. Lokomotivführer und Heizer sind während dieser Zeit ununterbrochen stark in Anspruch genommen, zum ruhigen Essen auch nur eines Butterbrotes ist keine Zeit vorhanden. Sie kommen derart ermüdet und erregt auf den Endstationen an, dafs sie nun einer Ruhe von tunlichst 10 Stunden bedürfen. Die Ruhen in der Heimat müssen viel länger sein, jeder dritte oder vierte Tag mufs Ruhetag sein. Dabei halten nur die kräftigsten Heizer den Dienst aus, und die Lokomotivführer müssen gute Nerven haben, um nicht frühzeitig verbraucht zu werden.

Das eine Zugpaar D 21/D 22 verkehrt von Schneidemühl bis Alexandrowo weiter, hier ist eine Wendezeit von 2 Std. 43 Min. vorhanden. Mit Rücksicht hierauf kann eine Mannschaft und eine Lokomotive die Fahrt von Schneidemühl bis Alexandrowo und zurück mit 310 km leisten.

Auf dieser Fahrt werden bei einer reinen Fahrzeit einschliefslich der Aufenthalte auf den Zwischenstationen von $2^h\ 22' + 4^h\ 21' = 6^h\ 43'$ bis 5,5 t Kohlen verbraucht. Kein Heizer war im Stande, diesen Dienst auf längere Zeit auszuhalten, obwohl an jedem dritten Tage eine Ruhe von 37^h gewährt wurde. Allerdings handelt es sich um einen reinen Nachtdienst von $11^{\underline{05}}$ bis 8^{31}.

An dieser Stelle sei im Zusammenhange der Dienst bei den Personenzügen behandelt.

Die gröfsere Anzahl dieser wird durch Mannschaften und Lokomotiven der Betriebswerkstätte Landsberg a. W. gefahren. Den andern Bereitschaftstationen, Berlin Schlesischer Bahnhof, Cüstrin-Neustadt, Kreuz und Schneidemühl sind allerdings ebenfalls einige Personenzüge zur Beförderung zugeteilt, damit die Mannschaften für ihre Bereitschafts-Bezirke streckenkundig bleiben.

Betriebswerkstätte Landsberg bildet eine Hauptstütze für den Sonderverkehr in der Zeit der hohen Festtage und der Sommerferien. Sie ist aber auch für den Personenzugdienst wohl geeignet, indem für verschiedene Züge innerhalb einer Dienstschicht ein Zugpaar nach und von Schneidemühl oder Grunewald gefahren werden kann. Hierbei findet jedesmal eine Unterbrechung an einer der beiden Endstationen statt,



wodurch es ermöglicht wird, dafs in einer Schicht $2 \times 118 = 236$ oder $2 \times 142 = 284$ km im Personenzugdienste zurückgelegt werden. Trotzdem wird es für unzulässig gehalten, eine Mannschaft die ganze Strecke von 260 km vor einem Personenzuge zurücklegen zu lassen. Die reine Fahrzeit dauert nämlich $7^h\ 9'$ bis $7^h\ 55'$, während welcher die Mannschaft ununterbrochen stark in Anspruch genommen ist und keine Zeit hat, eine warme Mahlzeit zu sich zu nehmen, sie kann höchstens während der Fahrt etwas Butterbrot essen und Kaffee trinken und das auch nur mit Unterbrechungen. Die Züge halten einschliefslich der Endpunkte 37 mal und zum Schlusse der Fahrt nach Berlin ist die Berliner Stadtbahn mit den vielen Stationen, stark gekrümmten Strecken und dem grofsen Verkehre zu durchfahren. Durch diesen Dienst würden so hohe Anforderungen an die Mannschaften gestellt werden, dafs ihnen kein Mensch dauernd gewachsen wäre, und die Betriebssicherheit wäre am Ende der Fahrt sogar gefährdet.

In neuester Zeit aber konnten bei einem Personenzugpaare die Aufenthaltstationen auf 18 und die Fahrzeiten auf $5^h\ 48'$ und $6^h\ 10'$ vermindert werden. Damit war für diese Züge das Durchfahren gegeben und findet auch seit einigen Monaten ohne Anstand statt.

Bezüglich Landsberg's hat nicht nur im Personenzugdienste, sondern auch im Güterzugdienste eine Regelung dahin stattgefunden, dafs je zwei Dienstpläne geschaffen wurden.

Je eine Dienstgruppe enthält reinen Zugdienst unter Verwendung der leistungsfähigsten Lokomotiven und der tüchtigsten Mannschaften, bei gleicher Brauchbarkeit entscheidet das Dienstalter. Diesen Gruppen sind die schwersten Züge zugewiesen worden.

Im reinen Zugdienste werden in 30 Tagen 6030 Personen- und 4480 Güterzug-Kilometer geleistet. In den zweiten Dienstgruppen sind die Bereitschaft-Mannschaften enthalten, weshalb die kilometrische Leistung nur 3060 und 2900 km beträgt.

Nicht unerwähnt mag bleiben, dafs es sich in jeder Hinsicht empfiehlt, die einzelnen Gruppen nicht zu umfangreich zu gestalten, zu 6 bis höchstens 15 Mannschaften, damit sie übersichtlich bleiben. Auch die Zerlegung in reinen Zugdienst und in Bereitschaftsdienst mit weniger Zügen empfiehlt sich nicht blofs zur guten Ausnutzung der Lokomotiven, sondern nicht minder bezüglich der Mannschaften. Die beste Ausführung des Dienstes wird stets auf gröfseren Lokomotivstationen erreicht, wo Verschiebe-, Güterzug-, Personenzug- und möglichst auch Schnellzug-Dienste zu leisten sind. Einerseits ist es hier möglich, leichtern Dienst für ältere, schwächliche und von Krankheit genesende Beamte zu schaffen, anderseits kann eine gründliche Ausbildung der Anwärter und eine Weiterbildung der jüngeren Beamten erfolgen, und schliefslich können für den wichtigsten und verantwortungsvollsten Dienst die bewährtesten und tüchtigsten Kräfte herangezogen werden, endlich kann noch eine erziehliche Einwirkung auf die Mannschaften ausgeübt werden.

Ohne strafen zu müssen, können nachlässige Beamte in sogenannt schlechtern oder doch weniger verantwortlichen Diensten beschäftigt werden. Dadurch ist ihnen Gelegenheit gegeben, in sich zu gehen und die störenden Fehler abzulegen. Tritt dieser erstrebenswerte Erfolg auch nicht sehr häufig ein, so ist die Freude und Genugtuung um so gröfser, wenn der eine oder der andere gebessert aus der Prüfungszeit hervorgeht.

Der Umfang einer Lokomotivstation ist anderseits begrenzt. Wenn auch keine allgemein gültigen Zahlen gegeben werden können, weil zu viele Nebenbetriebe, Wasserstationen, Gasanstalten, Beleuchtungsanlagen, Viehwagenwäschen zu berücksichtigen sind, so hat sich doch nach den hiesigen Erfahrungen ergeben, dafs sich Betriebswerkmeistereien mit 40 bis 50 Lokomotivmannschaften beziehungsweise Lokomotiven noch gut leiten lassen. Die Aufsicht führen zwei Werkmeister, von denen der erste, unbeschadet einer sachlichen Verteilung der Dienstgeschäfte, Dienststellen-Vorsteher, Werkstätten-Vorsteher ist.

Gröfsere Betriebswerkmeistereien werden schwerfällig, sie erfordern einen ersten Beamten, unter dem mehrere andere unter Zuteilung abgegrenzter Bezirke und Dienste zu wirken haben. Lokomotivstationen mit weniger als 10 Lokomotiven sind benachbarten Betriebswerkmeistereien unter örtlicher Leitung der Stationsvorsteher zu unterstellen. Solche Dienststellen sollten aber nach Tunlichkeit vermieden werden, weil bei ihnen die wirksame fachmännische Leitung fehlt. Das kommt besonders bei Lokomotivbeamten in Betracht, die bei Ausübung ihres Dienstes viel auf sich allein angewiesen sind, wodurch sich bei ihnen neben dem erwünschten bestimmten Auftreten ein gewisser Eigensinn entwickelt.

(Schlufs folgt.)

Nachruf.

James A. F. Meyer †.

Am 26. September 1905 starb zu Cassel im 66. Lebensjahre der Geheime Baurat James Adolf Fritz Meyer aus Burgdorf bei Hannover, ein Mann, der sich in einer langen und erfolgreichen Laufbahn als Staatsbeamter grofse Verdienste um die Staatseisenbahnen in Hannover und Preufsen erworben hat.

Im Juli 1840 geboren, legte Meyer im März 1863 die erste Prüfung für den Eisenbahnmaschinenbau vor der Prüfungskommission zu Hannover ab und wurde im April 1865 als Maschinen-Ingenieur der hannoverschen Staatsbahnen in Lingen und zwei Jahre später vertretungsweise als Vorstand der Lokomotivstation und Werkstätte Emden angestellt.

Mit Oktober 1867 trat Meyer zur Magdeburg-Halle-Leipziger Eisenbahngesellschaft über als Maschinen-Ingenieur, und von Oktober 1868 an als Maschinenmeister und Vorstand der Werkstätte Buckau, und weiter mit Juni 1872 zur Thüringer Eisenbahn-Gesellschaft in Erfurt und Gotha, bei deren Verstaatlichung er im März 1883 als Werkstättenvorsteher der Haupt-Werkstätte Gotha in den preufsischen Staatsdienst übernommen wurde.

Im Mai 1888 übernahm er dann das maschinentechnische

Bureau der Eisenbahndirektion Erfurt, wurde im September 1890 zum Eisenbahndirektor und im April 1895 zum Mitgliede der Eisenbahndirektion Breslau ernannt, in dieser Stellung weiter im April 1899 nach Cassel versetzt und im Februar 1901 zum Geheimen Baurate ernannt, nachdem er ein Jahr zuvor durch den Roten Adlerorden IV. Klasse ausgezeichnet war.

Meyer war ein gediegener Kenner seines Faches und hat die ihm unterstellten Dienstzweige überall mit Sachkunde auf eine hohe Stufe der Vollendung gehoben. Insbesondere liefs er sich dabei die sachgemäfse Unterweisung der jüngeren Fachgenossen angelegen sein, so dafs alle, die unter ihm gearbeitet haben, reichen Nutzen für ihre Weiterbildung durch ihn gewannen und sein Tod in weitesten Kreisen als ein schwerer Verlust empfunden wird. Das dankbare Andenken einer grofsen Zahl von Freunden und Verehrern wird sein Gedächtnis weiter tragen.

Vereins-Angelegenheiten.

Internationaler Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verein.

Die nächste Hauptversammlung des Vereines wird im Jahre 1906 in Mailand stattfinden, der Zeitpunkt noch bekanntgegeben werden. Gleichzeitig findet in Mailand eine internationale Ausstellung von Betriebsmitteln statt. Die Tagesordnung der Hauptversammlung umfafst folgende Gegenstände:

Erste Abteilung:

Zur Besprechung gestellte Fragen.

A. Fragen allgemeiner Art.

1. Regelbauarten für Gleichstrom-Triebmaschinen für Bahnen.

B. Fragen, die Strafsenbahnen betreffend.

2. Bewährung, Anschaffungs- und Unterhaltungs-Kosten der für elektrische Strafsenbahnen verwendeten mechanischen Bremsen. Berichterstatter: Direktor Scholtes, Nürnberg-Fürther Strafsenbahn, und Oberingenieur Petit, Société nationale des Chemins de fer vicinaux de Belgique.
3. Die Umrifslinie der Strafsenbahnwagen unter besonderer Berücksichtigung der Breitenmafse. Berichterstatter: Direktor Géron, Brüssel, Kölnische Strafsenbahn-Gesellschaft in Liqu.

C. Fragen, die Kleinbahnen und Lokalbahnen betreffend.

4. Über die höchstzulässigen Geschwindigkeiten der Kleinbahnen und Lokalbahnen: a) für Linien mit besonderm Bahnkörper; b) für Linien, welche die Strafsen benutzen. Berichterstatter: Centralinspektor Krasa, Czernowitz, Bukowinaer Lokalbahnen.
5. Oberbau der Kleinbahn- und Lokalbahn-Linien unter besonderer Berücksichtigung: a) der Schienenlänge; b) der vergossenen und geschweifsten Stöfse, Falk, Goldschmidt; Berichterstatter: Generaldirektor de Burlet, Société nationale des Chemins de fer vicinaux de Belgique; c) der versetzten Schienenstöfse; d) der Mittel zur Vermeidung des Lösens der Laschenschrauben.

Zweite Abteilung:

Zur Berichterstattung gestellte Fragen.

A. Fragen allgemeiner Art.

6. Die Dampfturbinen in ihrer Anwendung auf den elektrischen Bahnbetrieb.
7. Neueste Fortschritte auf dem Gebiete des elektrischen Strafsenbahn- und Kleinbahn-Betriebes.
8. Die wirtschaftliche Bedeutung der Sauggas-Anlagen und Sauggas-Maschinen für Betriebszwecke bei Strafsenbahnen und Kleinbahnen.

B. Fragen, die Strafsenbahnen betreffend.

9. Gleisbau der innerstädtischen Strafsenbahnen.
10. Vor- und Nachteile der Speisung gröfserer Strafsenbahnnetze mittels von einander getrennter oder zusammenhängender Bezirke, im Vergleiche zur Speisung ohne jede Einteilung in Bezirke. Berichterstatter: Professor Dr. Rasch, Aachen, Technische Hochschule, und Direktor Piazzoli, Strafsenbahn-Gesellschaft in Palermo.
11. Ergebnisse aus der Verwendung der Wagen-Stromzähler.

C. Fragen, die Kleinbahnen und Lokalbahnen betreffend.

12. Verfahren zur Reinigung des Speisewassers für die Lokomotivkessel der Kleinbahnen und Lokalbahnen. —k.

Ausstellungen.

Ausstellung in Mailand 1906.

Die Abteilung für Unfallverhütung wird aus folgenden sechs Klassen bestehen:

1. Vorbeugung und Verminderung der Arbeitsunfälle.
2. Studien, Einrichtungen und Gesetzgebung, um die Arbeiter gegen das gezwungene Feiern zu sichern und den Schäden des unfreiwilligen Feierns allgemein abzuhelfen.
3. Einrichtungen von Seiten der Arbeitgeber und Arbeitnehmer, die die Schäden der Arbeitseinstellungen vermindern.
4. Studien, Einrichtungen und Gesetzgebung, betreffend den Bau der Arbeiter-Wohnungen.
5. Vorsichtsmafsregeln, Hülfe und Schutz zum Besten der Bediensteten der Gesellschaften des Verkehrsgewerbes (Beamte, Vertreter, Unterbeamte, Arbeiter u.s.w.).
6. Vorsichtsmafsregeln, Einrichtungen zur Sicherstellung von Menschen und Waren in ihren Beziehungen zu den Verkehrsgewerben. —k.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Bogen-Brücke über die Viktoria-Fälle des Sambesi in Rhodesia.

(Engineer 1905, Nr. 2571, April, S. 339. Mit Abb.; Engineering 1905, Band LXXX, Juli, S. 1, 75 und 137. Mit Abb.)

Der Bau der sogenannten Kap-Kairo-Bahn ist von Kapstadt her über Bulawayo bis zu dem mächtigsten Strome Südafrikas, dem Sambesi, vorgeschritten.

Für die Überbrückung des bis zu 122 ^{m} tief eingeschnittenen Flufstales, dessen Ufer fast senkrecht in wechselndem Breitenabstande aufsteigen, ist im Auftrage der Rhodesia-Eisenbahn-Gesellschaft von Ingenieur Hobson in London ein Entwurf aufgestellt und von der Cleveland Bridge and Engineering Company in Darlington, England, ausgeführt worden, welcher einen mittlern Bogen von 152,4 ^{m} Spannweite und etwa 30 ^{m} Pfeilhöhe mit zwei seitlichen Schleppträgern kleinerer Spannweite verbindet, sodafs die ganze Länge des Bauwerkes 198 ^{m} beträgt.

Das Eisenwerk selbst bietet gegenüber unsern Grundsätzen nicht viel Neues, dagegen ist die Aufstellung, welche unter grofsen Schwierigkeiten erfolgte, bemerkenswert.

Rüstungen waren bei der grofsen Tiefe des Flufstales und den Wasserverhältnissen ausgeschlossen. Die erste Verbindung der beiden Ufer erfolgte durch Hinüberschiefsen einer Rakete, an welcher ein dünnes Seil befestigt war. Mit Hülfe dieses Seiles konnte unter Verwendung allmälig zunehmender Seilstärken schliefslich das Förderstahldrahtkabel von 6,9 cm Durchmesser über die Schlucht gespannt werden.

Auf diesem Kabel läuft eine Katze mit elektrischem Antriebe, die von einem besonderen Zuleitungsdrahte den erforderlichen Strom abnimmt. Das Transportgefäfs für Bauteile und Menschen ist in senkrechtem Sinne beweglich aufgehängt, sodafs jede Stelle der Brücke erreicht werden kann.

Zieht man in Betracht, dafs aufser dem Eisengewicht der nördlichen Brückenhälfte von rund 1000 t noch alle Schienen und Schwellen für eine Strecke von 80 km, um welche der Bahnbau während der Aufstellung nach Norden weiter vorgestreckt werden mufste, über die Schlucht befördert wurden, so mufs man die Leistungsfähigkeit der luftigen Drahtseilbahn bewundern.

Die Bogenträger wurden von beiden Ufern aus vorgekragt und mit Rückhalttrossen freischwebend erhalten. Um das nötige Gegengewicht in einfacher Weise herzustellen, hat man einen in sich geschlossenen Tunnelgang in das feste Felsgestein der Ufer eingetrieben und die Stahltrossen um den inneren Gesteinskern gelegt. Zur weiteren Sicherheit wurde der Gesteinskern dann mit 400 t Schienen belastet.

Am 1. April 1905 wurde der Bogen geschlossen, nachdem seit dem Beginne der Arbeit am 14. Oktober 1904 ein halbes Jahr verflossen war. 25 Monteure und durchschnittlich 100 farbige Arbeiter waren an dem Werke beschäftigt. O.

Die Brücke über den St. Lorenzstrom bei Quebek.

(Railroad Gazette 1905, Bd. XXXIX, Sept., S. 242; Engineering 1905, II., Sept., S. 376. Mit Abb.)

Die im Bau befindliche Brücke über den St. Lorenzstrom in Canada für zwei Bahngleise, zwei Fahrstrafsen mit zwei Strafsenbahngleisen und zwei Fufswegen wird nach ihrer Vollendung die weitest gespannte Eisenbahn- und Strafsen-Brücke der Welt sein. Sie hat in runden Mafsen zwei Seitenöffnungen von je 65,2 m, zwei Rückverankerungsarme von je 152,4 m, zwei Kragarme von je 171,4 m und einen Mittelträger von 205,7 m, eine ganze Länge von 983,7 m und eine gröfste Weite zwischen den Lagermitten von 548,6 m.

Um einen Begriff von der Gröfse des Bauwerkes zu geben, führen wir die folgenden Verhältnisse an.

Gröfste Trägerhöhe zwischen Gurtmitten	95,03 ^{m}
Lichte Durchfahrthöhe über Hochwasser	45,7 «
Feldlänge zwischen zwei Knoten . . .	17,2 «
Höhe der Blechlängsträger der Fahrbahn	3,05 «
Gewicht eines der Hauptlager	252 t
Ganze Fahrbahnbreite	27 ^{m}
Mittenabstand der Hauptträger . . .	20,4 ^{m}
Gröfster Gelenkbolzen-Durchmesser . .	610 ^{mm}

Zum Aufstellen wird ein das ganze Tragwerk umfassender, elektrisch betriebener Rahmenkran von 30,5 m Fufslänge, 65,5 m Höhe und 20,1 m Ausladung nach vorn und 95 t Tragfähigkeit verwendet. Die Anker-Rückarme werden eingerüstet, die grofse Mittelöffnung von beiden Seiten vorgekragt.

In den Rückarmen stützt sich der Laufkran auf die Rüstung, in der Mittelöffnung werden die stützenden Träger an die Aufsenenden der Gelenkbolzen des fertigen Teiles der Brücke gehängt.

Die Ausführung erfolgt durch das Werk Phoenixville.

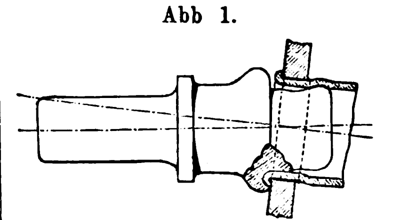
Bahnhofs-Einrichtungen.

Gerät zum Einziehen von Heizröhren in Lokomotivkessel.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, Bd. 49, Oktober, Seite 1730. Mit Abb.)

Das in Textabb. 1 in Arbeitstellung dargestellte Gerät wird so in das Ende des Heizrohres eingesetzt, dafs sein ausgehöhlter Flansch auf den Rohrrand drückt, während sein abgerundeter Kopf an der innern Rohrwand anliegt. Zur Betätigung dient ein gewöhnlicher Drucklufthammer. Sobald der Hammer zu schlagen beginnt, wird er mittels seines Handgriffes langsam derart im Kreise gedreht, dafs die Wirkung des Umbörtelns und des gleichzeitigen Aufweitens auf dem ganzen Rohrumfange erzielt wird. Erfahrungsgemäfs genügt es,

Abb 1.



das Gerät etwa dreimal herumzuführen. Da durch den Druck des Hammers auf den noch nicht umgebörtelten Rohrrand das Bestreben hervorgerufen wird, das Rohr gegen die Rohrwand zu verschieben, so wird empfohlen, das Rohr durch Eintreiben eines kegelförmigen Pfropfens zunächst etwas aufzuweiten und dadurch vorläufig festzuklemmen.

Das Einziehen der Heizrohre geht mit Hülfe dieses Gerätes sehr schnell; in einem Falle sollen 144 Rohre in 55 Minuten eingezogen worden sein. —k.

Prüfung der Lokomotiven in Lokomotivprüfständen.

Als Ergebnis der bisher gemachten Erfahrungen stellt Regierungsbaumeister Pflug in einem Vortrage des Vereines deutscher Maschinen-Ingenieure*) fest, dafs die Probefahrten auf freier Strecke beibehalten werden müssen, dafs aber die vergleichenden Versuche wissenschaftlicher Art in den Versuchständen auszuführen sind. Der Vortragende gab an der Hand zahlreicher Lichtbilder eine Beschreibung der auf der Weltausstellung in St. Louis in Betrieb gewesenen Prüfstände und der jetzt in der Hauptwerkstatt Grunewald bei Berlin nach dem Entwurfe des Geheimen Regierungsrates, Professors A. von Borries im Bau begriffenen Anlage.

Die Lokomotive ruht auf Rollen, auf deren Achsen Reibungsbremsen angebracht sind. Arbeitet nun die Lokomotive, so hat sie den Widerstand der Tragrollen und der Bremsen zu überwinden, ohne sich dabei von der Stelle zu bewegen.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Die neuen eisernen Wagen der New-Yorker Untergrundbahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 382. Mit Abb.)

Die Quelle bespricht die Punkte, welche für den Bau der neuen Wagen zu berücksichtigen waren, und beschreibt dann eingehender die Bauart, welche von George Gibbs entworfen ist. Die Wagen sind, von Einzelheiten abgesehen, ganz in Eisen hergestellt, enthalten 52 Sitzplätze, sind zwischen den Endbühnenrändern 15 595 mm lang, zwischen den Fensterbrettern 2756 mm breit und von Schienen- bis Dachoberkante 3645 mm hoch. S—n.

Fünfachsige vierfach gekuppelte Zwillings-Güterzug-Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen.

Die von der Lokomotivfabrik Kraufs und Comp. Aktien-Gesellschaft, München und Linz a. D., als 5000ste gebaute Lokomotive*) mit vierachsigem Tender hat folgende Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser d	540 mm
Kolbenhub l	610 «
Triebraddurchmesser D	1270 «
Heizfläche, innere H	179,70 qm
Rostfläche R	2,85 «
Dampfüberdruck p	12 at
Dienstgewicht L	65 t
Triebachslast L_1	56 «
Achsstand	7100 mm
Verhältnis H : R =	63
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L	2,76 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 l}{D} \cdot 0{,}6\,p$	10085 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H	56 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht Z : L	155 kg/t
« « 1 t Triebachslast $Z : L_1$	180 kg/t
Leergewicht des Tenders	21 t
Dienstgewicht « «	45 «
Wasservorrat	18 cbm
Kohlenvorrat	6 t

—k.

*) Organ 1906, S. 25.

Kolbenschieber.

(Master Mechanics Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8, Taf. VI.

Die Norfolk- und West-Bahn hat eine Reihe von Versuchen über die Dichtigkeit von Kolben- und Flachschiebern angestellt. Erstere hatten an jeder Seite drei übergesprengte einfache Kolbenringe, letztere rechtwinklige Entlastungsstreifen. Die stündliche Dampflässigkeit betrug bei:

	Kolbenschiebern	Flachschiebern
im günstigsten Falle	122 kg	168 kg nach durchlaufenen
im ungünstigsten Falle	247 « nach durchlaufenen 21 000 km	22 700 km

Bei gleichmäfsiger sorgfältiger Behandlung beider Schieberarten zeigten die Kolbenschieber durchschnittlich geringere Dampfverluste als die Flachschieber. Das stimmt mit hiesigen Erfahrungen überein. Frühere Versuche der Eisenbahn-Direktion Hannover ergaben Verluste von rund 200 kg bei Kolben-, 200 bis 250 kg bei Flachschiebern. Kolbenschieber mit nicht federnden Ringen zeigen ungefähr die doppelten Verluste.*) Ein Haupterfordernis der Kolbenschieber ist gute Entwässerung der Zylinder, da die sonst entstehenden Wasserschläge zu Brüchen am Triebwerke oder am Rahmen führen. Federnde Ringe am Kolbenschieber geben keinen genügenden Querschnitt für den Austritt des Wassers frei. Man mufs die betreffenden Zylinder mit Sicherheitsventilen versehen. Leider arbeiten diese nicht immer zuverlässig. Bei unmittelbarer Federbelastung haben sie meist den Nachteil, dafs sie eine grofse Durchflufsbreite nur unter erheblicher Drucksteigerung zulassen, da die Federn ziemlich steif sein müssen; Sicherheitsventile mit Dampfbelastung und zusätzlicher Federbelastung nach Abb. 8, Taf. VI, verwendet die Norfolk- und West-Bahn. Der Raum über dem Dampfkolben steht mit dem Schieberkasten in Verbindung. Die Feder übt nur einen Überdruck von 2,7 at aus; bei der ursprünglich verwendeten Feder für 1 at Überdruck blies das Ventil fast ständig ab. Dieses Ventil hat den Vorzug, dafs es ohne starke Überlastung weit öffnet, da man eine schwache Feder verwenden kann. Aufserdem öffnet es bei geringem

*) Glasers Annalen 1903, II, S. 199.



Schieberkastendrucke entsprechend früher, wird also vielfach die Wasserschläge abschwächen. Die Herstellung und Unterhaltung dieses Ventiles verursacht jedoch gröfsere Kosten, als die der sonst verwendeten Ventile mit reiner Federbelastung. M—n.

Baustoff für Achsen und Schmiedeteile.

(Master Mechanics Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Taf. VI.

Als Regelbedingungen für den Baustoff der Lokomotivachsen, Siemens-Martin-Stahl, werden im Benehmen mit der American Society of Mechanical Engineers vorgeschlagen:

Zerreifsfestigkeit	56,2 kg/qmm
Dehnung auf 51 mm	20 %
Querschnittsverminderung . .	25 %

Biegeprobe: Stab von 25 × 13 mm soll sich um Dorn von 25 mm Durchmesser um 180° biegen lassen.

Chemische Zusammensetzung:

Schwefel	nicht über	0,05 %
Phosphor	« «	0,05 %
Mangan	« «	0,60 %

Die Entnahme der Proben findet durch Anbohren einer Achse für jede Schmelzung von beiden Kopfseiten mittels eines Kronenbohrers statt, der einen Stab von 13 mm Durchmesser und 115 mm Länge ergibt. Die Anbohrung geschieht in der Mitte zwischen der Mittellinie und dem äufsern Umfange der Achse. Das Abbrechen am Grunde erfolgt durch Eintreiben des Dornes d, Abb. 7, Taf. VI, nachdem der unten mit einem Vorsprunge versehene Haken h eingesteckt ist. Da das entstehende Loch die Achse nur unwesentlich schwächt, bei 150 mm Durchmesser um 15 %, bei 250 mm Durchmesser um 8 %, so bleibt die geprüfte Achse verwendbar, zumal die Bohrung nicht viel über die Mitte des Nabensitzes eindringt. Dies ist ein entschiedener Vorzug der amerikanischen Prüfungsart.

Die europäischen Bahnen verlangen meist Festigkeiten von 50 bis 60 kg/qmm und schreiben statt der Biegeproben Schlagproben vor, wodurch die geprüfte Achse unbrauchbar wird. Da meist eine Achse auf je 50 Stück geprüft wird, so ist die hiesige Prüfart nicht ohne Einflufs auf die Preisstellung.

In deutschem Stahle bleiben die chemischen Beimengungen von Schwefel und Phosphor meist unter 0,035 %, der Mangangehalt wird jedoch im allgemeinen höher liegen. M—n.

Feuerschirme für breite Feuerbüchsen.

Hierzu Zeichnung Abb. 9, Taf. VI.

Die früher*) beschriebenen zweibogigen Feuerschirme der preufsischen 2/5 gekuppelten vierzylindrigen Schnellzuglokomotiven haben sich nicht bewährt, da die hohlen Bolzen trotz der Luftkühlung so warm werden, dafs sie das Gewölbe nicht mehr genügend stützen. Diese Lokomotiven erhalten daher jetzt einbogige Feuerschirme nach Abb. 9, Tafel VI, die sich bereits in mehrmonatigem Betriebe bewährt haben. Die einzelnen Steine werden an den Seiten abgeraspelt, so dafs sie ohne Verwendung von Mörtel gut aneinander passen. M—n.

*) Organ 1905, S. 188.

3/6 gekuppelte Heifsdampf-Lokomotiven der Erie-Bahn mit Überhitzer, Bauart Cole.

(Railroad Gazette 1905, Juni, S. 620. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 und 2, Taf. IX.

Die Schenectady-Werke haben für die Erie-Bahn vier Lokomotiven der Pacific-Bauart geliefert, davon sind zwei mit Cole-Überhitzern neuerer Bauart ausgerüstet. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser d	572 mm
	Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D		1880 «
Heizfläche, innere H		282,4 qm
Rostfläche R		5,25 «
Dampfüberdruck p		14 at
Heizrohre	Länge	6096 mm
	Durchmesser, äufserer	57,2 mm
	Anzahl	195 mm
Kleinster Kesseldurchmesser		1854 «
Gewicht, im Dienste Triebachslast L_1		67,5 t
« « « im ganzen L		104,6 t
Inhalt des Tenders, Wasserbehälter		32,2 cbm
« « « Kohlenraum		14,5 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche H : R .		54 t
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L . . .		2,7 qm
Zugkraft $Z = \frac{d_2 h}{D} 0,5\, p$		8050 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		28,5 kg
« « 1 t Dienstgewicht Z : L		77 kg
« « 1 t Triebachslast $Z : L_1$		119 «

Der Überhitzer hat 32 Rauchröhren von 127 mm lichtem Durchmesser; in jeder liegen vier Überhitzerrohre von 48 mm äufserm Durchmesser; in diesen liegen Rohre von 22,2 mm äufserm Durchmesser, die den Nafsdampf zuführen. Die Enden der Überhitzerrohre sind zu Zapfen von 22,22 mm Durchmesser und 50,8 mm Länge zusammengeschweifst. Die Zapfen von je vier in einer Rauchröhre liegenden Überhitzerrohren liegen in einem schweifseisernen Tragstücke, das sich auf die Innenseite der Rauchröhren stützt. Die Überhitzerrohre sind gebogen und liegen innerhalb der Rauchröhren vorn weiter auseinander als hinten. Das vordere Ende der Überhitzerrohre ist mit einem Kupferringe versehen und in die Überhitzerwand eingewalzt. Die Rauchröhren verengen sich hinten auf 101,6 mm äufseren Durchmesser; das Ende ist in die hintere Rohrwand eingeschraubt und dann umgebörtelt. Der Abstand von Mitte zu Mitte Rauchröhre beträgt 152,4 mm. Die ganze Überhitzerheizfläche beträgt 71 qm. Im übrigen bietet der Kessel nichts Neues.

Der Barrenrahmen der Lokomotive setzt sich hinter der letzten Kuppelachse als Plattenrahmen fort. Die hinterste Achse ist als einachsiges Drehgestell mit Deichsel, Bauart Cole, ausgeführt. P—g.

Selbsttätige Feuerungen an Lokomotiven.

(Master Mechanics Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnung Abb. 3, Taf. IX.

Mit der zunehmenden Gröfse der Rostflächen amerikanischer Lokomotiven haben sich nicht unerhebliche Schwierigkeiten der sachgemäfsen Befeuerung ergeben. Bereits seit Jahren werden daher vereinzelt selbsttätige Feuerungen versucht, besonders die der Day-Kincaid-Stoker Company. 1902 wurde die erste dieser Einrichtungen auf der Canadischen Pacific-Bahn in eine 4/5 gekuppelte Güterzuglokomotive eingebaut. Diese Lokomotive hatte regelmäfsige Fahrten von 288 km zurückzulegen, bei denen 14 bis 18 t Kohle verfeuert werden mufsten, eine Arbeit, die für einen Heizer zu grofs war. Der Einbau dieser Vorrichtung ersparte den zweiten Heizer und ergab eine erhebliche Verminderung der Kosten für Nachwalzen von leckenden Rohren. Als die Vorrichtung nach kurzer Zeit versagte, sah sich die Bahn gezwungen, die zu durchfahrende Strecke erheblich abzukürzen, um mit einem Heizer auszukommen.

Die Cheasepeake-Ohio-Bahn hat jetzt mehrere dieser Feuerungen im Betriebe und zwar an Personen- und Güterzuglokomotiven. Letztere, 4/5 gekuppelte Güterzuglokomotiven von 559 mm Zylinderdurchmesser und 711 mm Kolbenhub, befördern Züge von 2500 bis 3500 t über lange Strecken. Versuche haben gegenüber guten Heizern Ersparnisse bis zu 7 % an Heizstoff ergeben; die Rauchbildung ist ganz erheblich vermindert, ebenso die Nacharbeit an den Rohren; die betreffenden Lokomotiven laufen bis zu drei Wochen ohne Rohrlecken, was auf den betreffenden Streckenabschnitten als aufsergewöhnlich bezeichnet wird.

Die Vorrichtung, Abb. 3, Taf. IX, besteht aus einem Fülltrichter mit Schnecke, einem Stofskolben mit den nötigen Steuerungseinrichtungen und einer Ablenkplatte. Sie wird an der Feuertür so angebracht, dafs im Notfalle auch durch diese gefeuert werden kann. Der Fülltrichter kann beliebig weit nach dem Tender zu verlängert werden, so dafs die Kohle aus letzterm bequem aufgeschüttet werden kann. Die Schnecke befördert die Kohle mit beliebig veränderbarer Geschwindigkeit nach vorn, wo sie in die Bahn des Stofskolbens fällt. Letzterer sitzt auf der Kolbenstange eines Dampfkolbens, der durch die Steuerungsteile abwechselnd einen leichten, einen mittelstarken und einen starken Schlag ausübt. Die Ablenkplatte ist so gestaltet, dafs jeder Schlag die Kohlen gleichmäfsig auf einen Streifen gleich der Breite der Feuerbüchse verteilt und zwar der leichte Schlag im hintern Drittel, der mittlere in der Mitte und der starke im vordern Drittel der Feuerbüchse. Die Form der Ablenkplatte ist für jede Rostabmessung verschieden. Versuche an einer ortsfesten Vorrichtung ergaben eine gleichmäfsige Bestreuung einer Fläche von $3 \times 3{,}3$ m. Man wird bei Anwendung dieser Vorrichtung die Rostlängen gröfser wählen können, als bisher und dadurch manche Lokomotivarten mit schmaler Feuerbüchse, beispielsweise die 3/5 gekuppelten Lokomotiven mit vordern Drehgestelle, leistungsfähiger zu gestalten in der Lage sein.

Auch die Great-Western-Bahn versucht zur Zeit eine selbsttätige Beschickung der Feuerung an einer Lokomotive.

M—n.

2/5 und 3/5 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotiven der Orléans-Bahn.

(Rev. gén. d. ch. d. f., Juli 1904, S. 3. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Taf. IX.

Diese von der elsässischen Lokomotivbauanstalt in Belfort hergestellten Lokomotiven der Bauart de Glehn sind stärker, als die seither auf französischen Bahnen verwendeten gleicher Bauart. Der Raddruck ist auf 9 t gesteigert. Die 2/5 gekuppelten Lokomotiven sollen Züge mit 90 und 95 km auf Strecken von 240 und 350 km Länge mit einem und zwei Aufenthalten fahren, die 3/5 gekuppelten sind für schwerere Züge auf Strecken mit mehr Aufenthalten bestimmt. Beide unterscheiden sich nur im Triebraddurchmesser und der Zahl der Kuppelachsen. Ihre Abmessungen sind folgende:

			2/5	3/5
Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	mm	360	360
	Durchmesser Niederdruck d_1	«	600	600
	Kohlenhub h	«	640	640
Triebraddurchmesser D		«	2000	1800
Heizfläche, innere H		qm	239,4	239,4
Rostfläche R		«	3,1	3,1
Dampfüberdruck p		at	16	16
Heizrohre	Länge	mm	4400	4400
	Durchmesser, innere	«	65	65
	Anzahl (Serve Rohre)		139	139
Mittlerer Kesseldurchmesser		«	1513	1513
Gewicht, leer		t	66,5	67,6
Gewicht im Dienst, Triebachslast L_1		«	35,6	53,4
« « « im ganzen L		«	72,9	73,8
Inhalt des Tenders, Wasserbehälter		cbm	20	20
Verhältnis d. Heizfläche z. Rostfläche $H:R$			77,25	77,25
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H:L$		qm	3,3	3,3
Zugkraft Z		kg	7100	7900
« für 1 qm Heizfläche $Z:H$		«	29,7	33
« « 1 t Dienstgewicht $Z:L$		«	97,5	108
« « 1 t Triebachslast $Z:L_1$		«	200	148

Die Hochdruckschieber sind entlastete, die Niederdruckschieber gewöhnliche Flachschieber. Besonderer Wert ist auf kurze Dampfwege und grofse Querschnitte gelegt, sodafs erst bei Geschwindigkeiten von 115 bis 120 km ein Spannungsabfall von 1 bis 1,5 at zwischen Auslafs des Hochdruck- und Einlafs des Niederdruck-Zylinders entsteht.

Mit beiden Lokomotivarten sind zahlreiche Probefahrten mit 95, 90, 80 und 75 km/St. ausgeführt. Die Zuggewichte betrugen 220 bis 352 t für die 2/5 und 352 bis 492 t für die 3/5 gekuppelte Lokomotive.

Das Schaubild (Abb. 4, Taf. IX) zur 2/5 gekuppelten Lokomotive gibt für Füllungen der Hochdruck-Zylinder von 50, 55 und 60 % die bei den Versuchen ermittelten Zugkräfte und Leistungen am Zughaken des Tenders und am Umfange der Triebräder in ihrer Abhängigkeit von der jeweiligen Geschwindigkeit an. Die Leistungen am Triebradumfange sind berechnet worden, nachdem die zur Fortbewegung von Lokomotive und Tender erforderliche Arbeit durch Versuche mit geschlossenem Regler bestimmt war. P—g.

Schmierung des Triebwerkes mit starrem Fette.

(Master Mechanics Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5, Taf. IX.

Das zum Schmieren der Triebwerkteile verwendete Öl geht namentlich bei Lokomotiven mit hohen Umdrehungszahlen zum grofsen Teile verloren, da es durch die Lager hindurchfliefst und abgeschleudert wird. Verschiedene amerikanische Bahnen haben deshalb Schmierung mit starrem Fette versucht. Die Lehigh-Valley-Bahn hat auf einer Strecke alle schweren Güterzug-Lokomotiven damit geschmiert. Das Ergebnis war äufserst zufriedenstellend. Heifsläufer sind nicht vorgekommen. Der Verbrauch stellte sich für 100 km auf 36 g Fett gegenüber 425 g Öl.

Andere Bahnen haben ähnliche günstige Erfahrungen gemacht. Die Delaware-Lackawanna-Bahn schmiert bei 21 Lokomotiven Achs- und Stangenlager mit Fett. Der Verbrauch stellte sich bei 4/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven auf 62,5 g, bei Personenzug-Lokomotiven auf 60,5 g für 100 km. Auch soll die Abnutzung der Zapfen bei Lokomotiven, die versuchsweise auf einer Seite mit Fett, auf der andern mit Öl geschmiert wurden, nach durchlaufenen 72,500 km auf der mit Fett geschmierten Seite geringer gewesen sein. Bei Weifsmetalllagern hat sich bei Fettschmierung bisweilen ein Fressen ergeben, das aber verschwand, sobald die Lager aus Rotgufs ohne Weifsmetalleinlage gefertigt wurden.

Zahlen über den Schmierstoffverbrauch bei hiesigen Lokomotiven nur für das Triebwerk liegen leider nicht vor. Der Verbrauch beträgt bei 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven etwa 1,7 kg, bei 3/4 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven etwa 1,85 kg für 100 km*). Versuche der Maschineninspektion Kottbus, den Verbrauch durch Anwendung von Flockengraphit zu vermindern, sind sehr günstig ausgefallen. Der Verbrauch ging von 2,2 kg auf 1 kg zurück; dabei war der Zusatz an Flockengraphit nur ganz gering, etwa $^1/_{800}$ der Ölmenge. Diese geringen Graphitmengen verhindern das Wegfliefsen des dünnflüssigen Öles und glätten gleichzeitig den Achsschenkel durch Einlagerung in die feinen Unebenheiten.

*) Glasers Annalen 1902, II, S. 136.

Schmierung mit Fett mittels Stauferbüchsen ist in Deutschland bereits vor 10 Jahren vereinzelt an kleinen schmalspurigen Lokomotiven versucht worden. Auch die Tenderachsbüchsen der preufsischen Lokomotiven wurden bei Ölschmierung mit besonderen Staufferbüchsen versehen, die als Aushilfe bei heifslaufenden Lagern dienen sollten, jetzt aber als nicht erforderlich wieder fortgelassen werden. Mit gutem Erfolge wird die Fettschmierung an den Exzenterringen, Kreuzkopfbolzen und Triebhebeln der 4/4 und 5/5 gekuppelten Hagans-Tenderlokomotiven der preufsischen Staatsbahn verwendet. Gleich gute Erfolge haben die Herforder Kleinbahnen mit Fettschmierung aller Gang- und Triebwerkteile ihrer 3/4 gekuppelten Tenderlokomotiven gemacht.

Abb. 5, Taf. IX zeigt die Anordnung der Fettschmierung für Kurbelzapfen an den Güterzug-Lokomotiven der Lehigh-Valley-Bahn. Der aufsen mit Gewinde von 14 Gängen auf 1" versehene Tauchkolben aus Tempergufs wird mittels des obern Vierkantes in das etwa 250 ccm haltende Ölgefäfs hineingeschraubt und durch eine flache Gegenmutter gesichert. $^1/_8$ Umdrehung des Tauchkolbens soll für eine Fahrt von rund 160 km genügen; dies gibt etwa 0,5 ccm für 100 km Fahrt, gegenüber einem Verbrauche von etwa 60 ccm bei Ölschmierung. Als Schmierfett benutzt die Lehigh-Valley-Bahn eine Mischung von rund 10 kg Talg mit 5 kg Öl, die durch einen Zusatz von etwa 1 l gesättigter Natronlauge angeseift werden; letztere wird jedoch zuvor in 2,8 l Wasser aufgelöst. Bei gröfseren Zapfen ordnen die Baldwinwerke meist zwei Schmiergefäfse an, die das Fett an zwei etwa 45° vom Scheitel entfernten Stellen an den Zapfen bringen. Bei Achslagern wird das Fett von unten durch eine federnde Platte gegen den Achsschenkel geprefst.

M—n.

Technische Litteratur.

Die Wirtschaftsfrage im Eisenbahnwesen. Bearbeitet von Dr. J. Zinfsmeister. Schweinfurt 1905, Selbstverlag des Verfassers. Preis 2,6 M.

Die Druckschrift gibt eine gedrängte Darstellung der Entwickelung und des heutigen Standes der Eisenbahnen in wirtschaftlicher Beziehung unter vergleichender Verwertung der Ergebnisse der hauptsächlichsten Arbeiten auf diesem Gebiete, so der von Sonne, Sax, Launhardt, Ulrich, Köpcke, Michel und anderen.

Das Eisenbahnwesen ist heute zu einer der bedeutungsvollsten Grundlagen unserer Staats- und Volkswirtschaft geworden, die sich, von sehr einfachen Verhältnissen ausgehend, allmälig zu einem nicht blofs technisch, sondern auch wirtschaftstheoretisch überaus verwickelten Gebiete ausgestaltet hat. Dem jungen Geschlechte fehlt nun schon das eigene Einleben in dieses Gebiet durch Mitmachen der Entwickelung ganz, es steht vor etwas wenn auch nicht fertigem, so doch schon hoch entwickeltem, daher ist eine knappe Einführung in die Entwickelungsgeschichte und in die Begriffsfeststellung der heutigen Eisenbahn-Wirtschaftslehre, wie sie hier vorliegt, besonders schätzbar.

Lokomotivfabrik Kraufs und Comp. Aktien-Gesellschaft, München und Linz a. D. Gedenkblatt, herausgegeben zur Vollendung der Lokomotive Nr. 5000. 1905.

Das mit dem Bilde des Geheimen Kommerzienrates Kraufs und der Lokomotive Nr. 5000*) geschmückte Gedenkblatt veranschaulicht die Entwickelung des am 19. September 1887 in eine Aktien-Gesellschaft umgewandelten Werkes. Am 1. Juni 1866 erfolgte die Grundsteinlegung der Lokomotivfabrik am Hauptbahnhofe in München, am 31. Mai 1872 die der Lokomotivfabrik am Südbahnhofe in München und am 1. September 1880 die der Lokomotivfabrik in Linz a. D.

*) Organ 1906, S. 22.

Im Jahre 1867 wurden 8, im Jahre 1904 206, im Jahresdurchschnitte 137 Lokomotiven geliefert. Die Arbeiterzahl, die im Jahre 1867 durchschnittlich 8 betrug, war mit 2264 am höchsten im Jahre 1900 und betrug im Jahre 1904 1382. Das Gedenkblatt gibt weiter statistische Nachrichten über die Art der gelieferten Lokomotiven, den Umfang und Wert der Ausfuhr nach den verschiedenen Ländern und über die der Gesellschaft gewordenen Auszeichnungen. —k.

Elektrische Stellwerke für Weichen und Signale. Siemens und Halske. Berlin 1905, Druckschrift Nr. 120.

Die Schrift gibt eine gedrängte Übersicht über die Vorzüge der elektrischen Kraft-Stellwerke, welche die gröfste Betriebssicherheit, leichte Unterhaltung bei einfachster Bauart und Billigkeit beanspruchen und gewährleisten, was sich in ihrer zunehmenden Verwendung ausdrückt. Die elektrischen Stell- und Block-Einrichtungen kommen gleichfalls zu Behandlungen. Der Behauptung, dafs die Zwischenstufen auf dem Wege zum rein elektrischen Stellwerke als veraltet angesehen werden müssen, kann man jedoch wohl nicht ohne weiteres zustimmen. Das gut ausgestattete Druckheft ist mit Schaubildern und Schaltungs-Übersichten geziert. W—e.

C. Stahmer, A.-G. **Georgmarienhütte. Das elektrisch gesteuerte Druckluftstellwerk auf der Kaiserbrücke bei Mainz.** 1904.

Das hübsch ausgestattete Heft gibt eine Darstellung der Stellwerksanlagen zur Sicherung der Abzweigung der Linie Mainz—Curve und Curve—Mainz von der Umgehungsbahn bei Mainz*) an den beiden Enden der nur zweigleisig ausgeführten Kaiserbrücke. Am Schlusse wird auf die Vorteile des elektrisch gesteuerten Druckluftbetriebes hingewiesen. W—e.

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von C. Merckel, Ingenieur. Leipzig 1904. B. G. Teubner. Preis 1 M.

Das Bändchen bringt ein lebendiges, durch viele gute Abbildungen geklärtes Bild von der Bedeutung der Bau-Ingenieurkunst für das Altertum von den Babyloniern zu den Römern, durch welches das öffentliche Leben jener Zeiten, namentlich der Strafsenbau, die Förderung schwerer Körper mit einfachen Mitteln, namentlich aber die Bewässerung, eingehend beleuchtet werden. Daran knüpft sich dann vielfach eine vergleichende Darstellung der Mittel, mit denen unsere Zeit arbeitet, so die Beschreibung des neuen Stauwerkes von Assuan. Die Geschichte behandelt die Bedeutung des Ingenieurs im Altertume nur ungenügend, diese geschickte Zusammenstellung seiner Werke läfst erkennen, wie sehr das öffentliche Leben auch damals schon auf seinen Arbeiten beruhte; jeder, der der Entwickelung der Kultur Beachtung schenkt, wird dem Büchlein reiche Anregung entnehmen.

*) Vergl. Organ 1905, S. 82.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen. Ergänzung zu »Stahl und Eisen«. Ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten des Eisenhüttenwesens im Jahre 1902. Im Auftrage des Vereines deutscher Eisenhüttenleute bearbeitet von Otto Vogel. III. Jahrgang. Düsseldorf 1905, A. Bagel. Preis 10 M.

In rasch wachsendem Fortschritte zieht die Verwertung der Naturschätze immer weitere Gebiete der Erde in ihren Bereich. Während früher jede kleine Fundstätte ihren Betrieb für sich hatte, der sich ganz auf das dort Gefundene beschränkte, holen die Hütten heute ihre Erze oft weit her, mindestens aber wird ihr Betrieb stark durch den Wettbewerb fern liegender Hütten beeinflufst, da das Erzeugnis nicht mehr an den Ort gebunden ist, sondern in den Weltmarkt fliefst. Es ist daher für den Hüttenmann nötig, sich bezüglich der Menge, Art, Fundstücke und Verhüttungsart der hüttenmännisch zu verarbeitenden Schätze der verschiedenen Länder auf dem Laufenden zu halten, eine Aufgabe, die der einzelne Betriebsmann selbst bei sorgfältiger Verfolgung der Marktberichte und sonstigen Veröffentlichungen nicht lösen kann. Das vorliegende umfassend und sorgsam zusammengestellte Werk deckt diese Lücke nun zum dritten Male Jahr für Jahr, bildet so ein höchst wertvolles Mittel zur Gewinnung des Überblickes für jeden am Hüttengewerbe mittelbar oder unmittelbar Beteiligten und sei daher den Lesern des Organ, als zu diesem Kreise gehörend, bestens empfohlen.

Die Bulbeisendecke, System Pohlmann. Inhaber der Patentrechte Steffens und Nölle, Berlin.

Die Anzeigeschrift stellt die Verwendung eines durch erhebliche Verstärkung des Untergurtes zum Bulbeisen verwandelten I-Eisens mit vielfach durchbrochenem Stege zu Eisenbetondecken dar. Der dicke rundliche Untergurt ergibt kräftige Eiseneinlagen in der Zugzone, die übrigen Teile des I-Eisens, gelochter Steg und Oberflantsch, geben eine innige Verbindung mit dem Beton und verbessern die sonst meist mangelhafte Übertragung der Scheerkräfte. Wir machen auf diese Deckenart, bei deren Herstellung die Bulbeiseneinlagen auch gleich die Rüstung tragen, besonders aufmerksam.

Fachliteratur und empfehlenswerte Werke für Eisenbahn-Büchereien. Schriftenvertriebsanstalt, Berlin SW 13, Alte Jakobstrafse 129.

Das Heftchen enthält ein Verzeichnis für den Eisenbahn-Fachmann wichtiger Veröffentlichungen und wird jedem Anfordernden unentgeltlich zugestellt. Da das Heft sehr geeignet erscheint, den Überblick über das Veröffentlichungswesen der Eisenbahn-Fachwelt zu erleichtern, machen wir auf seine Aufgabe besonders aufmerksam.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

Benachrichtigung.

Unsere Zeitschrift, welche nunmehr den 61. Jahrgang beginnt und seit 42 Jahren das

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in technischer Beziehung

ist, beschränkt sich in ihrem Inhalte auf die specielle Eisenbahn-Technik. Wollte es Aufsätze über alle technischen Gegenstände aufnehmen, welche beim Eisenbahnbau und Betriebe in Anwendung kommen, so würde es zu einer bautechnischen Zeitschrift im weitesten Umfange werden, da die Eisenbahnbauten fast alle Zweige des Bauwesens in sich vereinigen, wofür bereits eine Anzahl der tüchtigsten Blätter in Deutschland bestehen, die dem allgemein bautechnischen und künstlerischen Bedürfnis vollständig genügen.

Dagegen findet in der speciellen Eisenbahntechnik unsere Zeitschrift ein sehr weites Feld, aus dem sie in den folgenden Unterabteilungen alles Neue, das in der Erfahrung als zweckmäfsig bewährt ist, zur Besprechung bringen wird.

I. Allgemeines und Vorarbeiten. — Allgemeine Entwickelung des Eisenbahnwesens und dessen Fortschritte in technischer Beziehung, Uebersicht der bedeutendsten neuen Eisenbahn-Unternehmungen, Vorarbeiten zu den Eisenbahnen, technische Hülfsmittel und neue Instrumente für die Ausführung der Vorarbeiten, Art der Darstellung der Pläne, Ermittelung und Erfahrungen über die Baukosten u. s. w.

II. Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel, so weit diese baulichen Anlagen den Eisenbahnen eigentümlich sind.

III. Oberbau. Konstruction der Schienengestänge, Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben, versenkten Gleise und Schiebebühnen, Wegeüberführungen, Zugschranken, Herstellung und Haltbarkeit der Schienen, Tränkung und Dauer der Schwellen, Stellwerke für die Bedienung und Feststellung der Weichen u. s. w.

IV. Bahnhofseinrichtungen. Allgemeine Bahnhofs-Grundrisse, Bahnsteige, Bauart der Bahnsteighallen, Besichtigungs- und Radgruben, Wasserstationen, Wasserkrane, Pumpen, Laderampen, Krane, Gepäck- und Güterwagen, Beleuchtung der Bahnhöfe mit Gas und elektrischem Licht, Einrichtung der Werkstätten, Werkzeuge, Hülfsmaschinen u. s. w.

V. Maschinen- und Wagenwesen. Bauart der Lokomotiven, Tender und Wagen im allgemeinen, insbesondere Heizrohre, Roststäbe, Sicherheitsventile, Radreifen, Federn, Achsen, Achslager, Vorrichtung gegen das Funkensprühen, Heizstoff, Schmiermittel, Heiz- und Schlafeinrichtungen der Wagen, gewöhnliche und durchgehende Bremsen, Schneepflüge u. s. w.

VI. Signalwesen. Optische und elektrische Telegraphen, Läutewerke, Knall-Signale, Drahtzugsignale, Weichensignale, Geschwindigkeitsmesser u. s. w.

VII. Technischer Betrieb. Organisation des Eisenbahndienstes, Dienstanweisungen für die technischen Beamten, Werkstätten- und Bahnarbeiter, Betriebskosten, Bestimmungen über Materialersparnisse, Prämien u. s. w.

VIII. Aufsergewöhnliche Eisenbahnen. Schmalspurbahnen, Zahnstangenbahnen, Seilbahnen, elektrische Bahnen, Fähren u. s. w.

IX. Technische Litteratur. Besprechung der wichtigeren neuen Werke über Eisenbahnen, Uebersicht der neuesten technischen Litteratur.

Dieser Inhalt zerfällt in vier Hauptabteilungen:

a) Original-Aufsätze,
b) Vereins-Angelegenheiten,
c) Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens,
d) Bücherbesprechungen.

In dem Berichte c) sollen möglichst vollständige, dem Bedürfnis des Technikers genügende Zusammenstellungen und Auszüge von einschlagenden Artikeln aus den besten deutschen, französischen, englischen und sonstigen auswärtigen Zeitschriften regelmäfsig geliefert werden.

Das „Organ" wird dabei die in grofser Zahl auftauchenden Projecte und Erfindungen ausschliefsen und nur das als zur Aufnahme geeignet erachten, was mindestens bei einer Eisenbahn ausgeführt und als brauchbar bewährt ist. Wollte das „Organ" sich auf das Feld der zahlreichen ebenso schnell verschwindenden, wie rasch entstandenen Erfindungen begeben, so würde es seinen Zweck verfehlen.

Während für die Originalaufsätze jeder in den oben angegebenen Grenzen sich bewegende gehaltvolle Beitrag willkommen ist, sind für den Bericht bestimmte Referenten aus der Zahl der deutschen Eisenbahntechniker eingetreten, welche ein bestimmtes Feld der Referate aus anderen technischen Zeitschriften übernommen haben.

Auf diese Weise, so hoffen wir, wird es gelingen, das „Organ" immer mehr zu einem **allgemeinen Archiv für die Fortschritte der gesammten Eisenbahntechnik** zu gestalten, das jeden Eisenbahntechniker von Allem rasch und zuverlässig unterrichtet, was auf dem ihm zunächst berührenden Gebiete der Technik geleistet wird.

Für gehaltvolle Original-Aufsätze, sowie für Berichte aus anderen Zeitschriften wird eine Vergütung gezahlt, welche der von anderen Zeitschriften gewährten durchschnittlich entspricht. Die dazu gehörenden Zeichnungen dürfen in der Bildfläche (ohne Randlinien) die Gröfse von 20,5 × 27,5 oder 44 × 27,5 Centimeter nicht überschreiten. Für Zeichnungen, welche nach Mafsstab und Darstellung zur unmittelbaren Verwendung geeignet sind, tritt eine besondere nach den Umständen zu bemessende Vergütung ein. Die Verkleinerung der im Mafsstabe nicht passenden Zeichnungen wird von uns gern übernommen. Aufserdem erhalten die Verfasser der Originalartikel eine Anzahl Sonderabdrücke ihrer Mitteilungen.

Alle Einsendungen sind an die „Redaktion des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" in Hannover, Oeltzenstrafse 26 zu richten.

Bei Postsendungen mit Wertangabe wird gebeten, jedesmal den Namen des unterzeichneten Redakteurs beizufügen, da die Postverwaltung (nach dem Reglement vom 11. December 1867 zu dem Gesetze über das Postwesen des norddeutschen Bundes) die Aushändigung solcher Sendungen ohne Angabe eines Namens beanstandet und erst bei dem Absender Nachfrage eintreten läfst, wem die Sendung zugestellt werden soll.

Hannover im December 1905.

G. Barkhausen,
Geheimer Regierungsrat,
Professor an der Königlichen Technischen Hochschule in Hannover.



Über die Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers.



Von

Ing. mech. Edmund Wehrenfennig,
Ober-Inspektor der Öst. Nordwestbahn in Wien,

Unter Mitwirkung von

Ing. chem. Fritz Wehrenfennig,
Fabriks-Direktor in Eggenberg b. Graz.

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 168 Abbildungen im Text und einer lithographierten Tafel.

Preis: Mk. 7.50, gebunden Mk. 8.70.

Inhaltsverzeichnis.

Aus früheren Veröffentlichungen im »Organ« und in der »Eisenbahntechnik der Gegenwart«, sowie durch den Ruf in Fachkreisen ist bekannt, mit welcher Hingabe und Ausdauer sich der Verfasser der Frage der Wasserreinigung gewidmet hat, insbesondere der Feststellung solcher Verfahren, welche bei genügender Wirksamkeit einfach genug sind, um sich für den Kesselbetrieb im grofsen zu eignen, und um die Durchführung seitens technisch und chemisch ungebildeter Angestellter zu gestatten. Dieses Ziel ist erreicht, und zwar nun, wie die ganz neue Gestalt des Buches erkennen läfst, unter Beachtung der neuesten Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnis. In letzterer Beziehung wird der neue Mitarbeiter das seinige beigetragen haben. Da zahlreiche ausgeführte Reinigungsanlagen dargestellt und beschrieben sind, so hat das Werk auch unmittelbaren Wert als Vorlage für den im Betriebe Stehenden.

Auf die Wichtigkeit des Gegenstandes brauchen wir unsern Leserkreis nicht erst hinzuweisen, gehören doch die Folgen der Verwendung schlechten Speisewassers zu den meist beklagten Übelständen des Eisenbahnbetriebes, um so mehr aber freuen wir uns, den Fachgenossen das Wiedererscheinen dieses wichtigen Helfers in der Not bekannt zu geben.

Dem trefflichen Inhalte des Werkes entspricht die bekannte gediegene, und bei aller Anspruchslosigkeit würdige Ausstattung seitens des Verlegers.

(Organ für Eisenbahnwessn.)





ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | 2. Heft. 1906.

Über die Verwertung der preufsischen Mefstischblätter zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. **C. Koppe**, Professor in Braunschweig.

Der kürzlich verstorbene Ingenieur Puller, dem wegen seiner langjährigen praktischen Erfahrung in der Ausführung von Eisenbahn-Vorarbeiten die Bearbeitung des die letzteren behandelnden Abschnittes im Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften zum Teile übertragen worden war, schrieb mir vor einiger Zeit: »Ich habe darauf hingewiesen, »dafs es seit Jahren bei der preufsischen Staats-Eisenbahn-»Verwaltung gebräuchlich und als nötig erkannt ist, allgemeine »Vorarbeiten auf Grund von Höhenplänen in 1 : 10000 bis »1 : 25000, je nach dem Gelände-Verhältnisse anzufertigen. Man »kann zweifellos auf Grund der Mefstischblätter eine ungefähre »Linienführung festlegen, mehr aber jedenfalls nicht. Namentlich erscheint es nicht zulässig, einen allgemeinen Kostenan-»schlag hiernach zu bearbeiten. Dafs die preufsischen Mefstisch-»blätter, namentlich die neuen Aufnahmen sehr zuverlässig sind, »soll damit durchaus nicht bestritten werden; für allgemeine »Vorarbeiten ist lediglich der Mafsstab 1 : 25000 zu klein, »denn der Techniker verlangt mit Recht Höhenpläne in grofsem »Mafsstabe.«

Früher*) habe ich in der Abhandlung: »Über die zweck-»entsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in topo-»graphischen Plänen und Karten für allgemeine Eisenbahn-»Vorarbeiten« am Schlusse angedeutet, wie man die preufsischen Mefstischblätter mit grofsem Vorteile zur Herstellung topographischer Pläne und Karten im Mafsstabe 1 : 10000 verwerten kann. Im vergangenen Sommer bei Anfertigung der neuen Braunschweigischen Landeskarte ausgeführte diesbezügliche Versuche lieferten so günstige Ergebnisse, dafs ich diese hier mitzuteilen für wertvoll halte.

In jener Abhandlung ist ausführlicher mitgeteilt und begründet, dafs sich die an Pläne und Karten in 1 : 10000 zu stellenden Anforderungen, wenn diese bautechnischen Bedürfnissen entsprechen sollen, erfahrungsgemäfs dahin zusammenfassen lassen:

1. Genauer Grundrifs in geometrisch richtiger Verjüngung,
2. ausreichende Angabe von Höhen-Festpunkten, und zwar um so mehr, je steiler und schwieriger das Gelände ist,
3. topographisch richtige Darstellung der Geländegestalt durch Schichtenlinien,
4. Genauigkeit der Höhenschichtenlinien bis auf einen mittlern oder durchschnittlichen Wert des Höhenfehlers $m = \pm (0{,}5 + 5\,N)$ m, worin N die jeweilige Neigung des durch die Linien dargestellten Geländes bedeutet.

*) Organ 1905, S. 73 und 91.

Die ersten beiden Forderungen können die preufsischen Mefstischblätter nicht ausreichend erfüllen, weil ihr Mafsstab 1 : 25000 zu klein ist. Den beiden letzteren Bedingungen aber entsprechen die neueren Aufnahmen. Die Aufgabe lautet daher: Wie kann man diese bei Anfertigung von Plänen und Karten gröfsern Mafsstabes, welche der Ingenieur zu seinen technischen Vorarbeiten haben mufs, am zweckentsprechendsten verwerten? Es steckt ja in den preufsischen Mefstischaufnahmen eine umfassende, kostspielige und an sich durchaus gute Arbeit vieler Jahrzehnte, deren beschränkte Verwertung für bautechnische Arbeiten nur zur Ermittelung ungefährer Linienführungen zu dem Aufwande an Zeit und Kosten, welche sie erfordert haben, in keinem Verhältnisse steht. Ein preufsischer Topograph kostet jetzt durchschnittlich an Gehalt, Reisekosten, Tagegeldern, Arbeitslöhnen jährlich 6700 Mk., er bearbeitet rund 125 qkm im Jahre. Preufsen, die mit ihm in Militärkonvention verbundenen Länder und die Reichslande haben ein Flächengebiet von rund 400000 qkm. Seine topographische Aufnahme in 1 : 25000 verlangt daher, abgesehen von den Kosten der Leitung, sowie des Stiches und Druckes der Karten bereits $\frac{400000}{125} \cdot 6700 =$ rund 20 Millionen Mk. Das Bestreben, eine weitergehende Verwertbarkeit der Mefstischblätter, also der allgemeinen Landesaufnahme für technische Zwecke herbeizuführen, dürfte somit wohl berechtigt erscheinen, zumal die technisch-wirtschaftlichen Anforderungen von Jahr zu Jahr steigen.

Wie in der frühern Abhandlung bereits angedeutet wurde, kann man die Mefstischblätter mit Hülfe der heutigen photo-

graphischen Objective und Einrichtungen ohne Schwierigkeit und mit grofser Genauigkeit auf den Mafsstab 1 : 10000 vergröfsern. Der so vergröfserte Grundrifs enthält alle Verzerrungen der Vorlagen in entsprechend verstärktem Grade und ist daher nicht zu benutzen. Die vergröfserte Schichtenlinienzeichnung bildet aber auch in der Vergröfserung eine gute und naturgetreue Geländedarstellung durch die Höhenlinien; ihr fehlt der genaue Grundrifs in 1 : 10000, sowie die erforderliche Anzahl der genau bestimmten Höhenfestpunkte. Beide müssen nachgeholt und ergänzt werden. Braunschweig bearbeitet seit einigen Jahren eine neue allgemeine Landeskarte im Mafsstabe 1 : 10000. Ihr Grundrifs wird im Anschlusse an die Einzeldreiecksmessung durch Verkleinerung der im Mafsstabe 1 : 3000 ausgeführten Feldbereinigungspläne hergestellt, um sodann im Felde geprüft und ergänzt zu werden. In diese in Blei ausgeführte erstmalige Grundrifszeichnung wurde nun auch die auf 1 : 10000 vergröfserte Schichtenlinien-Darstellung der preufsischen Mefstischblätter gebracht, und zwar zunächst ebenfalls in Blei. Die so vorbereiteten Braunschweigischen Mefstischblätter enthielten dann in 1 : 10000 sowohl den genauen Grundrifs, als auch eine gute und naturwahre Geländedarstellung durch die Schichtenlinien. Aufgabe der Topographen war es weiter, beide im Felde mit der Wirklichkeit genau zu vergleichen, zu ergänzen, auszufeilen, sowie die genügende Zahl von Höhenfestpunkten aufzunehmen und einzuschreiben.

Die vorbereitende Zimmerarbeit, die Herstellung des Grundrisses durch Verkleinerung mit Hülfe des Storchschnabels und Einzeichnung der photographisch auf 1 : 10000 vergröfserten Schichtenlinien der preufsischen Mefstischblätter erforderte für ein Mefstischblatt zu 25 qkm Flächeninhalt rund einen Zeitaufwand von 3 Wochen. Die kartographische Abteilung der preufsischen Landesaufnahme hatte das Entgegenkommen, von den in Betracht kommenden Teilen der Mefstischblätter in 1 : 25000 photographische Vergröfserungen auf den Mafsstab 1 : 10000 sehr genau anfertigen und hiernach Druckplatten auf photographisch-mechanischem Wege herstellen zu lassen. Mehrere Abdrucke von diesen Platten sowohl auf weifsem, als auch auf Pauspapier lieferte sie uns zu dem sehr mäfsigen Preise von 20 M. für ein Mefstischblatt. Mit Hülfe der Abdrucke auf Pauspapier war die Übertragung der vergröfserten Schichtenlinien in den Grundrifs der braunschweigischen Mefstischblätter sehr leicht, sodafs die ganze vorbereitende Zimmerarbeit, wie bereits erwähnt, für jedes Blatt von je 25 qkm Fläche nur wenige Wochen in Anspruch nahm. Die photographischen Vergröfserungen der Mefstischblätter erwiesen sich hierbei als ein bis auf 0,1 bis 0,2 mm genaues geometrisches Abbild der Vorlagen. Sie wurden, um Verziehungen des Papieres unschädlich zu machen, stückweise eingepafst nach übereinstimmenden, scharf bezeichneten Punkten der Gegenstände in beiden Grundrissen. Zwei so vorbereitete Blätter liegen im Kreise Wolfenbüttel am westlichen Abhange des Elm-Gebirges in einem Gelände, welches keine besonderen Schwierigkeiten bietet, aber auch nicht ganz einfach gestaltet ist. Ihre Bearbeitung im Felde erforderte 75 Tage, sodafs in einem ganzen Sommerhalbjahre von 180 Tagen in gleicher Weise 120 qkm durch einen Topographen fertiggestellt sein würden. Die sehr eingehende Prüfung der Blätter auf die erreichte Genauigkeit ergab einen durchschnittlichen Höhenfehler der Geländedarstellung durch die verbesserten Schichtenlinien von $m = \pm (0{,}3 + 3\ N)$ m, also von erheblich geringerm Betrage, als ausreichend gewesen sein würde.

Bei der Bearbeitung dieser beiden ersten Blätter war sehr vorsichtig verfahren und mehr Zeit aufgewendet, als in Zukunft bei den weiteren Aufnahmen erforderlich sein wird. Soviel aber steht fest, dafs ein Topograph durchschnittlich in einem Sommerhalbjahre 100 qkm in dieser Weise mit völlig ausreichender Genauigkeit bearbeiten kann, wo neuere preufsische Mefstischblätter vorliegen oder noch aufgenommen werden. Die so hergestellte Karte in 1 : 10000 ist in allen ihren Teilen unmittelbar mit der Wirklichkeit verglichen, auf ihre Genauigkeit geprüft, ergänzt und berichtigt, daher durchweg genau und naturwahr, und zwar in höherm Grade, als eine völlige Neuaufnahme, die den doppelten Aufwand an Zeit und Geld erfordert. Bei einer durchschnittlichen Jahresleistung von nur 50 qkm jedes Topographen, von welcher wir bei Inangriffnahme der neuen braunschweigischen Landeskarte ausgehen mufsten, weil Untersuchungen über eine zweckentsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in Plänen und Karten für allgemeine technische Vorarbeiten gänzlich fehlten, würde die Neuaufnahme in 1 : 10000 der früher erwähnten 400000 qkm, welche die preufsische Landesaufnahme zu bearbeiten hat, rund 50 Millionen M. erfordern, während nunmehr 25 Millionen M. gespart werden können. Die weitere Schlufsfolgerung, dafs man auch bei den allgemeinen Vorarbeiten für technische Zwecke sehr erhebliche Ersparnisse erzielen könnte, liegt zu nahe, um sich nicht sagen zu müssen, dafs Untersuchungen obiger Art auch für die Kartengewinnung für technische Zwecke tatsächliche Vorteile bieten. Aber in den mafsgebenden Kreisen scheint wenig Sinn für eine wissenschaftliche Behandlung und weitere Ausbildung des technischen Vermessungswesens vorhanden zu sein. Eine Förderung meiner hierauf abzielenden Bestrebungen wurde von der Jubiläumstiftung der deutschen Industrie abgelehnt unter dem Hinweise darauf, dafs dies Aufgabe der staatlichen Behörden sei, von der obersten Baubehörde Preufsens aber gleichfalls ablehnend beschieden mit der Begründung, dafs die preufsischen Mefstischblätter gestatten, die Führung der geplanten Neubaulinien »mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen«. Die Eisenbahn-Direktionen lassen noch immer die technischen Vorarbeiten in der althergebrachten Weise ausführen oder vergeben sie »der Einfachheit halber« an Unternehmer zur handwerksmäfsigen Bearbeitung, zahlen diesen das Doppelte und kümmern sich um eine zweckentsprechende Genauigkeit überhaupt nicht, »denn dazu ist keine Zeit und eine Eisenbahn wird es immer«. So gibt man auf die Dauer grofse Summen nutzlos aus! Wem dies übertrieben erscheinen sollte, den bitte ich um Widerlegung der folgenden Berechnung. Im neusten »Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften«, Vorarbeiten, 1904, ist auf S. 127 gesagt: »Die »Kosten und die Zeit der Aneroidmessungen sind sehr gering. »So wurden beispielsweise bei Aneroidmessungen der rheinischen »Bahn im Jahre 1873 von zwei Ingenieuren und je einem

»Gehülfen in 59 Tagen Feldarbeit und 28 Tagen Zimmer»arbeit 1920 ha in sehr gebirgigem Gelände unter Zugrunde»legung der preufsischen Katasterkarten aufgenommen, gerechnet, »im Mafsstabe 1 : 10000 gezeichnet und die Linie danach »festgelegt. Die Arbeit kostete nur 1,25 M. für 1 ha.« Die unmittelbare Kostenvergleichung mit unseren jetzigen Aufnahmen ist nicht möglich, da hierzu die einzelnen Beträge, welche eingerechnet sind, Gehalt, Löhne und dergleichen angegeben sein müfsten. Auch liegt mir gewifs nichts ferner, als diesen Arbeiten zu nahe treten zu wollen, im Gegenteile, ich habe sie stets als einen bedeutsamen Fortschritt betrachtet und erklärt. Aber seither sind mehr als drei Jahrzehnte verflossen. Sollten wir in dieser Zeit nichts gelernt haben?

Obige Angaben besagen, dafs zwei Ingenieure mit ihren Gehülfen rund 20 qkm in zwei Monaten aufgenommen haben. Auch im schwierigen Gelände nehmen unsere Topographen mit gleicher Genauigkeit jetzt mindestens das Doppelte auf und bringen dann einen fertigen Höhenschicht-Plan mit eingeschriebenen Höhenfestpunkten mit nach Hause. Da der Grundrifs scharf und genau ist, kann der Plan leicht photographisch vergröfsert werden, wenn für die Zwecke des Liniensuchens ein gröfserer Mafsstab als 1 : 10000 gewünscht wird. Der Plan erfordert so im Ganzen die Hälfte an Zeit und Kosten. Der früher schon erwähnte Ingenieur Puller klagte sehr darüber, dafs die Anfertigung der Pläne zu den Vorarbeiten von den Eisenbahn-Direktionen vielfach an Unternehmer, ja auch an frühere Mefsgehülfen vergeben und dafür das Doppelte bezahlt wird, »der Einfachheit halber«. Damit kämen wir auf das Mehrfache der wirklich erforderlichen Kosten. Sollte es da nicht gerechtfertigt sein, bei unserer sonst so sparsamen Eisenbahn-Verwaltung von Geldverschwendung zu sprechen? Wie erklärt es sich, dafs man an den mafsgebenden Stellen hierfür so wenig Verständnis zeigt und keine Abhülfe schafft?

Versuche mit Wärmeschutzmitteln an Lokomotivkesseln.

Von **Courtin,** Baurat und Mitglied der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel VI.

(Schlufs von Seite 6.)

5. Versuchsergebnisse.

Die bei den einzelnen Versuchsreihen in den Behältern I und II gebildeten Mengen von Niederschlagwasser, umgerechnet auf eine Luftwärme von 0° C. und ausgedrückt in der binnen einer Stunde abgeschiedenen Anzahl von Litern, sowie berichtigt nach den in Zusammenstellung IV und V jeweils unter O. Z. 3) berechneten Fehlergröfsen, ferner getrennt nach den Fahrgeschwindigkeiten, bei denen sie ermittelt wurden, sind in umstehender Zusammenstellung VI angegeben.

Die Zahlenwerte für Behälter I und II in den einzelnen Versuchsreihen sind also unmittelbar vergleichbar; sie stellen die Versuchsergebnisse so dar, als ob alle Versuche bei einer Luftwärme von 0° und gleichem Abscheidungsvermögen der unverkleideten Behälter stattgefunden hätten.

Die in Spalte 7 bis 13 von Zusammenstellung VI enthaltenen Werte sind aufserdem in Abb. 2, Taf. VI in einem Schaubilde vereinigt. Auf der Wagerechten des Achsenkreuzes sind die Geschwindigkeiten, bei denen die Abscheidungen erzielt wurden, auf der Senkrechten die Abscheidungen selbst aufgetragen.

Die oberste, stark ausgezogene Schaulinie ist aus den Versuchen mit unverkleidetem Behälter ermittelt, und zwar sind die Ergebnisse beider Behälter zur Darstellung herangezogen und als solche in der Darstellung von einander unterschieden. Die zu den einzelnen Geschwindigkeitstufen gehörigen Gruppen von Punkten liegen hier bei den Fahrtversuchen zum Teile ziemlich weit auseinander, während die Punktgruppe der Standversuche bessere Übereinstimmung zeigt.

Dies rührt daher, dafs bei den Fahrtversuchen die unberechenbaren Einflüsse, wie Wind, Regen, Sonnenschein auf den völlig ungeschützten Behälter in erheblichem Mafse einwirkten, während sich diese bei den Standversuchen in geschütztem Raume sehr viel weniger geltend machen konnten.

Bei diesem Teile der Versuche konnten höchstens mäfsige, im Innern des Versuchstandes auftretende und mit dem Unterschiede der Luftwärme aufserhalb und im geschützten Raume selbst wechselnde Luftströmungen einen unbestimmbaren Einflufs auf die Versuchsbehälter ausüben. Da die Lokomotive während der Standversuche zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes unter Feuer gehalten, also unter einem Rauchabzuge aufgestellt werden mufste, ferner die Versuche selbst von Mitte Dezember bis Ende März dauerten, was für die Änderung der Luftwärme natürlich von Folgen war, so konnten solche wechselnde Luftströmungen im Innern des im übrigen gut abgeschlossenen Versuchstandes nicht völlig vermieden werden.

Aus den zu den einzelnen Geschwindigkeitstufen gehörigen Punktgruppen der Versuche für unverkleidete Behälter wurde jeweils ein mittlerer Punkt bestimmt, und in Abb. 2, Taf. VI durch ausgefüllte schwarze Kreise bezeichnet. Durch diese Schwerpunkte der einzelnen Gruppen ist dann die Schaulinie für unverkleidete Behälter gezogen.

Die zweite Schaulinie gibt die Verhältnisse an dem mit Blechverschalung und Luftmantel verkleideten Behälter aus Versuchsreihe 2 wieder. Die zwischen den Geschwindigkeiten von etwa 40 bis 70 km/St. verzeichnete Unstetigkeit der Linie rührt von unberechenbaren Einflüssen der vorerwähnten Art her, läfst aber immerhin erkennen, dafs solche bereits bei dem nur durch Luftmantel geschützten Behälter von ganz erheblich geringerm Einflusse sind, als bei der völlig ungeschützten Abkühlungsfläche.

Die vermutlich richtige Schaulinie für diese Stelle ist gestrichelt angedeutet.

Die nun folgenden Schaulinien für die Versuche mit den eigentlichen Wärmeschutzmitteln M_1 bis M_4 und K_1 und K_2 fallen sehr nahe zusammen. Die Einwirkung unbestimmbarer

Zusammenstellung VI.

1	2	3	4 / 5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr.	Zustand des Versuchs-Behälters I	Zustand des Versuchs-Behälters II	Für Behälter II berücksichtigtes Fehlerglied (Mehrabscheidung + oder Minderabscheidung — von Behälter II in % von Behälter I. Zusammenstellung IV und V, Seite 10)	F = Fahrgeschwindigkeit in km/St; I = II = Abgeschiedenes Niederschlagswasser bezogen auf 0° C. in l/St im Behälter I, II							
1	unverkleidet	unverkleidet	— 2,7	F	0	20	40,3	53,6	69,6	80,6	89,4
				I	12,95	22,45	34,55	44,8	48,1	51,4	53,9
				II	12,95	19,3	29,45	41,9	46,8	52,1	54,2
2	„	Blechverschalung mit: Luft-Mantel	— 2,7	F	0	20	40,3	54,8	69,9	81,8	88,8
				I	12,4	27	36,6	42,1	49,7	55,6	49,7
				II	6,16	9,15	11,4	11,35	13,3	13,56	13,56
3	„	Blechverschalung mit: Weifs-Asbest-Matratze M_1*)	— 3,4	F	0	20	41,2	53,7	68,5	80,6	94,2
				I	12,31	23,68	34,6	42,9	48,3	52,2	58,4
				II	2,85	4,26	5,11	5,39	6,43	6,34	6,99
4	„	Blechverschalung mit: Weifs-Asbest-Matratze M_2*)	— 4,8	F	0	19,8	39,3	53,3	67,7	81,4	91,0
				I	12,25	26,2	33,0	50,4	48,3	52,1	60,4
				II	3,08	3,93	5,01	6,00	5,89	6,38	6,54
5	„	Blechverschalung mit: Blau-Asbest-Matratze M_3*)	— 6,3	F	0	20,6	39,7	55,6	68,8	80,8	93,1
				I	12,13	22,5	35,00	45,60	49,50	52,90	58,20
				II	2,56	3,76	5,15	6,29	6,75	7,39	7,59
6	„	unverkleidet	— 7	F	0	19,6	39,7	53,4	69,4	81,3	92,8
				I	12,15	24,65	32,60	46,80	48,00	52,40	56,20
				II	12,15	19,85	29,50	46,60	46,50	52,10	57,50
7	„	Blechverschalung mit: erdiger Schutzmasse K_1*)	— 7	F	0	19,8	39,4	54,0	68,8	82,0	93,8
				I	12,2	28,6	35,8	40,5	47,4	53,2	58,4
				II	3,25	4,23	5,42	5,97	7,02	7,52	8,61
8	„	Blechverschalung mit: erdiger Schutzmasse K_2*)	+ 1,4	F	0	20	39,6	53,6	68,8	84,0	94,1
				I	12,25	25,80	34,60	41,60	48,90	54,20	60,20
				II	3,99	4,46	5,91	6,25	6,61	7,04	8,14
9	„	Blechverschalung mit: Weifs-Asbest-Matratze M_4*)	+ 0,7	F	0	19,5	40,5	55,2	68,1	82,7	95,4
				I	12,15	22,50	34,90	44,30	47,80	54,70	59,90
				II	3,20	4,27	5,86	7,03	6,83	8,32	8,80
10	„	unverkleidet	± 0	F	0	ist nicht bestimmt worden					
				I	11,80						
				II	11,78						

*) Siehe Zusammenstellung I Seite 8.

äufserer Einflüsse ist bei diesen Schutzstoffen durchweg sehr gering.

Als die mittlere Schaulinie der ganzen Gruppe besonderer Wärmeschutzstoffe kann von der Geschwindigkeit 0 bis ungefähr 50 km/St. die Linie für die Wärmeschutzmasse K_1 der Versuchsreihe 7, von da bis zum Ende die Linie der Matratze M_3 aus Versuchsreihe 5 betrachtet werden.

Für Stillstand ergibt sich alsdann, dafs mit Luftmantel der Wärmeverlust auf etwa die Hälfte, mit einem sonstigen Schutzmittel auf etwa ein Viertel des Verlustes bei ganz unverkleideter Oberfläche herabsinkt.

Bei bewegter und völlig ungeschützter Fläche steigt der Abkühlungsverlust sehr rasch an. Er beträgt bei 20 km/St. bereits das Doppelte, bei 70 km/St. etwa das Vierfache des Verlustes im Stillstande, und die Schaulinie zeigt auch bei 90 km/St. Geschwindigkeit, mit dem etwa 4,5fachen des Stillstandverlustes, noch keinen Verlauf, der auf die Annäherung an einen von der Geschwindigkeitszunahme nicht mehr beeinflufsten Höchstwert schliefsen liefse.

Die Schaulinie für Luftmantel zeigt ein wesentlich sanfteres Ansteigen. Das zweifache des Verlustes im Stillstande wird erst bei etwa 55 km/St. Geschwindigkeit erreicht, während der Verlust bei 90 km/St. etwa das 2,14 fache des Stillstandverlustes und etwas weniger als ein Viertel der bei gleicher Geschwindigkeit und völlig unverkleideter Fläche eintretenden Abkühlung beträgt.

Dabei zeigt die Schaulinie für den Luftmantel bei den höheren Geschwindigkeiten einen Verlauf, der es unwahrscheinlich erscheinen läfst, dafs der Abkühlungsverlust bei den heute im Eisenbahnbetriebe vorkommenden Höchstgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/St. wesentlich höher ausfällt, als der für 90 km/St.

Ganz ähnlich verlaufen die Linien für die besonderen Wärmeschutzstoffe, indem sie bei den einzelnen Geschwindigkeiten im Mittel durchweg nur etwa die Hälfte des bei Luftmantel sich ergebenden Wärmeverlustes erreichen.

Auch einzelne dieser Linienzüge zeigen in ihrem Verlaufe bei höheren Geschwindigkeiten eine gewisse Neigung zur Annäherung an einen von der Geschwindigkeitszunahme unabhängigen Höchstwert.

6. Einflufs höherer Dampfspannung.

Wie schon erwähnt, war es wegen der Unzuverlässigkeit der Wasserabscheider bei höheren Drucken nicht möglich, die Fahrversuche mit mehr als 6 at Überdruck vorzunehmen, während die Abscheider im Stillstande auch noch bei höheren Spannungen zuverlässig arbeiteten.

Deshalb wurde zur Ermittelung des Einflusses der höheren Dampfspannungen ein Standversuch vorgenommen, bei dem Behälter I unverkleidet, Behälter II mit der Blechverschalung und der Weifsasbestmatratze M_4 umhüllt war. Die Beobachtungen erstreckten sich auf Dampfspannungen von 3 bis 13 at abs. Die Ergebnisse sind in dem Schaubilde Abb. 3, Taf. VI vereinigt; auf der wagrechten Achse sind die Dampfspannungen, auf der senkrechten die zugehörigen Abscheidungen von Behälter I und II in l/St., bezogen auf 0° C. Luftwärme, aufgetragen; durch die so gewonnenen Punkte sind die Schaulinien für beide Behälter gelegt.

Das Ergebnis ist eine merkliche Zunahme des Abkühlungsverlustes mit zunehmender Dampfspannung bei beiden Behältern.

Vergleicht man in dieser Darstellung die Werte für den unverkleideten und den verkleideten Behälter bei der den Fahrtversuchen zu Grunde gelegten Dampfspannungvon 7 at abs. und die einschlägigen Werte der Standversuche mit unverkleideten Behälter und Schutzmittel M_4 im Schaubilde Abb. 2, Taf. VI, so findet sich für die gleichartigen Werte in beiden Darstellungen eine gute Übereinstimmung.

Geht man nun von den für 7 at abs. Spannung ermittelten Werten des Schaubildes Abb. 3, Taf. VI aus und vergleicht sie mit den bei der höchsten untersuchten Dampfspannung von 13 at abs. ermittelten, so lassen sich die Ergebnisse nach Zusammenstellung VII fassen.

Zusammenstellung VII.

1	2	3	4
Nr.	l/St Niederschlag gemessen im Behälter		
	gemessen bei	I	II
1	7 at abs. . . .	12 l/St	3,3 l/St
2	13 at abs. . . .	14,9 „	4,1 „
3	Verhältnis Nr. 2 : Nr. 1 . .	$\frac{14,9}{12} = 1,24$	$\frac{4,1}{3,3} = 1,24$

Beim Standversuche mit verkleidetem und unverkleidetem Behälter hat also die Steigerung der Dampfspannung von 7 auf 13 at abs. gleichmäfsig eine Zunahme des Abkühlungsverlustes um 24 % zur Folge gehabt.

Da kein Grund zu erkennen ist, warum beim Fahrversuche in dieser Beziehung eine Änderung eintreten sollte, darf angenommen werden, dafs die in Zusammenstellung VI nachgewiesenen Abkühlungsverluste unter Anwendung der bei neueren Lokomotiven sehr häufig vorkommenden Kesselspannung von 12 at abs. um etwa ein Viertel höher ausgefallen wären.

Ordnet man die Ergebnisse der Versuchsreihe mit steigenden Dampfspannungen bei Stillstand so, dafs man wagerecht statt der Spannungen die ihnen entsprechenden Dampfwärmen aufträgt, während die Darstellung der zugehörigen Abkühlungsverluste in l/St. in der Senkrechten beibehalten wird, so liegen die für den verkleideten und für den unverkleideten Behälter gewonnenen Punkte je auf einer geraden Linie. (Abb. 4, Taf. VI.)

Hiernach kann ausgesprochen werden, dafs der Wärmeverlust innerhalb der hier betrachteten Grenzen etwa in geradem Verhältnisse mit dem Gefälle zwischen der Dampfwärme und der Wärme der den Behälter umgebenden Luft zunimmt*).

7. Beziehungen zum Gesetz über Wärmedurchgang von Joule.

Nach Joule nimmt der Wärmedurchgang von gesättigtem Dampfe durch ein dünnwandiges Rohr hindurch zur Luft etwa mit der Quadratwurzel aus der Luftgeschwindigkeit zu. Es schien angezeigt, zu untersuchen, wie die erzielten Ergebnisse diesem Gesetze entsprechen, insbesondere auch hinsichtlich der mit Wärmeschutzmitteln verkleideten Flächen, wenn an Stelle der Geschwindigkeit der bewegten Luft die mittlere Fahrgeschwindigkeit bei den einzelnen Versuchen gesetzt wird.

Zu diesem Zweck wurden die Ergebnisse der Zusammenstellung VI und des Schaubildes Abb. 2, Taf. VI für den unverkleideten und den mit Luftmantel geschützten Behälter, sowie für die mittlere Schaulinie aus der Schar der zu den Schutzmitteln M_1 bis M_4, K_1 und K_2 gehörigen Linienzüge in ein Achsenkreuz eingetragen, dessen Längen die Quadratwurzeln aus den eingehaltenen Fahrgeschwindigkeiten darstellen, während als die Höhen die zu den einzelnen Fahrgeschwindigkeiten gehörigen Abkühlungsverluste, ausgedrückt in l/St. Niederschlagswasser und bezogen auf 0° C. Luftwärme, aufgetragen sind.

Die hieraus für den unverkleideten, den mit Luftmantel und den mit einem besondern Schutzstoffe mittlerer Wirksamkeit umhüllten Behälter sich ergebenden drei Schaulinien sind in Abb. 5, Taf. VI wiedergegeben.

Schaulinie Nr. 1 für den unverkleideten Behälter hat anfänglich einen ungefähr parabolischen Verlauf, geht dann aber, etwa bei 20 bis 25 km/St. Geschwindigkeit in eine Gerade über, entspricht also von da an dem erwähnten Gesetze. Bezeichnet $V^{km/St.}$ die Geschwindigkeit und $W_1^{l/St.}$ den zugehörigen Wärmeverlust des Behälters, so genügt die Linie Nr. 1 zwischen $V = 25$ und $V = 100$ der Gleichung $W_1 = 5,6 \sqrt{v}$. Unterhalb dieser Geschwindigkeitsgrenze von 25 km/St. ergeben sich höhere Abkühlungsverluste, als die aus dem Gesetze folgenden.

Ein gewisser Mehrbetrag an Abkühlungsverlust bei den niederen Geschwindigkeiten gegenüber dem Jouleschen Gesetze war zu erwarten, weil hier der störende Einflufs der in ihrer Wirkung unberechenbaren Nebenerscheinungen, wie Wind, Regen u. s. w., verhältnismäfsig mehr ins Gewicht fällt, als bei höherer Geschwindigkeit.

Es mufs aber dahingestellt bleiben, ob dies die einzige Ursache der Abweichung ist.

Einen ähnlichen Verlauf zeigen bei geringeren Geschwindigkeiten die Linienzüge Nr. 2 für Luftmantel und Nr. 3 für einen Schutzstoff mittlerer Wirkung. Die Grenze, bei welcher

*) Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1904, S. 475.

diese beiden Linienzüge in eine ansteigende Gerade übergehen, liegt aber niedriger, als bei Schaulinie Nr. 1, nämlich schon bei ungefähr 16 km/St.

Soweit störende äufsere Ursachen bei geringer Geschwindigkeit den Verlauf der Linienzüge beeinflussen, war diese Verschiebung des Beginnes des gesetzmäfsigen Verlaufes der Linienzüge 2 und 3, Abb. 5, Taf. VI nach unten hin zu erwarten, weil der Einflufs der störenden und unberechenbaren Nebenumstände auf die geschützte Abkühlungsfläche schon bei geringeren Geschwindigkeiten aufhört, das Ergebnis wesentlich zu beeinflussen, als bei der völlig ungeschützten Fläche. Von der Geschwindigkeitsstufe 16 km/St. aus verläuft die Schaulinie 2 geradlinig, also dem Gesetze entsprechend, bis zur Grenze von etwa 64 km/St. Die Gleichung der Linie 2 von $v = 16$ bis $v = 64$ km/St. lautet $W_2^{l/St} = 3{,}0 + 1{,}23 \sqrt{v^{km/St}}$, wobei W_2 den lotrecht aufgetragenen Wärmeverlust bedeutet. Umgerechnet auf die Flächeneinheit der Blechhülle um den Behälter II vollzieht sich der Wärmeverlust bei Luftmantel nach folgender Gleichung, wobei w_2 den Verlust für das qm Fläche in l/St. bedeutet:

$$w_2^{l/St/qm} = 0{,}997 + 0{,}409 \sqrt{v^{km/St}}.$$

Von $v = 64$ km/St. an ergeben sich im Gegensatze zu der nach oben gerichteten Abweichung bei den niederen Geschwindigkeiten geringere Abkühlungsverluste, als nach dem Gesetze zu erwarten wäre, und die Schaulinie nähert sich zwischen 80 und 100 km/St Geschwindigkeit sogar einem unveränderlichen, von der Geschwindigkeitszunahme nicht mehr beeinflufsten Höchstwerte.

Eine Erklärung dieser auffälligen und für rasch fahrende Lokomotiven nicht unwichtigen Erscheinung bildet die zeitliche Begrenzung der Geschwindigkeit des Wärmeüberganges von der abgebenden Fläche zur Luft, für den eine, wenn auch sehr geringe, so doch endliche Zeitspanne nötig ist. Wird durch Zunahme der Geschwindigkeit des einzelnen am Behälter vorbeistreichenden Luftteilchens diese Zeitspanne zur Wärmeaufnahme nach und nach verkürzt, ohne dafs das Wärmegefälle zwischen der abzukühlenden Fläche und Luft vergröfsert wird, so nimmt das einzelne Luftteilchen immer weniger Wärme auf. Wenn nun diese Minderung des Wärmeaufnahmevermögens der Luft gröfser ist, als die Vermehrung der Anzahl von Luftteilchen, welche infolge der Geschwindigkeitsteigerung in der gleichen Zeit die abzukühlende Fläche treffen, so wird der Fläche verhältnismäfsig weniger Wärme als vorher entzogen und der Linienzug sinkt unter die dem Jouleschen Gesetze entsprechende Gerade*).

In Schaulinie 2, Abb. 5, Taf. VI entspricht dieser Zustand etwa dem zwischen 64 und 81 km/St. liegenden Teile des Linienzuges.

Anderseits wird aber die Wärmeabgabe vom Behälter durch den Luftmantel nach der äufsern Blechhülle durch die schützende Wirkung des erstern von diesem Vorgange an der Oberfläche des Verkleidungsbleches zunächst nicht berührt; die Wärme im Luftmantel selbst mufs also zunehmen, da aufsen weniger Wärme entzogen wird. Damit ergibt sich aber wieder ein gröfseres Wärmegefälle zwischen dem Wärmezustande des Verkleidungsbleches und der vorbeistreifenden Luft; letztere nimmt daher trotz der höhern Geschwindigkeit wieder etwas mehr Wärme auf. Dadurch erniedrigt sich nun wieder die Wärme des Luftmantels und des Verkleidungsbleches, sowie mittelbar wegen Abnahme des Wärmegefälles das Aufnahmevermögen der Luft. Die Wiederholung dieses Vorganges, die dem Pendeln um einen Gleichgewichtszustand gleichkommt, führt dann schliefslich bei etwa 80 km/St. zu diesem Zustande selbst zwischen Wärmeabgabe der Fläche und Wärmeaufnahmefähigkeit der daran vorbeistreifenden Luft.

Ähnlich der Schaulinie 2, Abb. 5, Taf. VI verläuft der Linienzug 3 für den Schutzstoff mittlerer Wirkung. Der Übergang in die Gerade liegt, wie bei Schaulinie 2, gleichfalls bei etwa 16 km/St., dagegen liegt der Wendepunkt, an welchem die Gerade in den von der Geschwindigkeitszunahme unbeeinflufsten Höchstwert überzugehen beginnt, bereits bei etwa 58 km/St., gegenüber 64 km/St. bei Schaulinie 2. Der oben gegebenen Erklärung widerspricht diese Erscheinung nicht.

Das dem Linienzuge 3 entsprechende, gegenüber dem Luftmantel wirksamere Schutzmittel verursacht offenbar eine Verlangsamung der Wechselwirkungen zwischen der Aufnahmefähigkeit der Luft, dem Wärmezustande des Verkleidungsbleches und dem der Schutzmasse selbst, wodurch der Gleichgewichtszustand schon bei einer geringern Geschwindigkeit erreicht wird, als bei dem weniger gut schützenden Luftmantel.

Nach dem Verlaufe der Schaulinie 3 zu schliefsen, dürfte die kritische Geschwindigkeit für Erreichung des unveränderlichen Höchstwertes des Wärmeverlustes schon bei etwa 64 bis 70 km/St., gegenüber 80 km/St. in Schaulinie 2 liegen.

Für den zwischen $v = 16$ und $v = 58$ km/St. liegenden Teil des Linienzuges 3 findet sich die Gleichung für den Wärmeverlust des Behälters zu $W_3^{lSt} = 0{,}8 + 0{,}73 \sqrt{v^{km/St}}$ oder umgerechnet auf das qm Behälteroberfläche zu

$$w_3^{l/Stqm} = 0{,}266 + 0{,}242 \sqrt{v^{km/St}}.$$

Der Verlauf der Schaulinie 1, Abb. 5, Taf. VI für den ungeschützten Behälter läfst auch bei der höchsten beobachteten Geschwindigkeit noch keinerlei Annäherung an einen von der Geschwindigkeitszunahme unbeeinflufsten Höchstwert erkennen. Hier, wo der den Wärmedurchgang hemmende Einflufs eines Schutzmantels völlig fehlt, ist offenbar das Wärmegefälle zwischen Behälterwandung und Luft auch bei der höchsten beobachteten Geschwindigkeit noch grofs genug, um die Wärmeaufnahmefähigkeit der vorbeistreifenden Luftteilchen dem Jouleschen Gesetze entsprechend völlig zu erschöpfen.

8. Wirkungsgrade.

Aus dem Schaubilde Abb. 2, Taf. VI lassen sich die Wirkungsgrade für die verschiedenen Wärmeschutzmittel ableiten.

Zunächst folgen aus den Linienzügen für den unverkleideten, den mit einem Luftmantel und einem besondern Schutzstoffe umkleideten Behälter bei den in Zusammen-

*) Hier scheint also eine ähnliche Erscheinung vorzuliegen, wie sie bei der Reibung aneinander gleitender Flächen in der bekannten Abnahme des Reibungswertes mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit zu Tage tritt.

stellung VIII aufgeführten Geschwindigkeiten die beigesetzten Wärmeverluste, ausgedrückt in l/St. Niederschlagswasser bei 0° C. Luftwärme.

Entsprechend einem Wärmeschutzstoffe mittlerer Wirksamkeit ist hier, wie früher, von 0 bis 50 km/St. Geschwindigkeit der Linienzug des Schutzmittels K_1, von 50 bis 90 km/St. der der Matratze M_3 in Betracht gezogen.

Zusammenstellung VIII.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Behälter Nr.	Art der Verkleidung	Fahrgeschwindigkeit km/St						
		0	20	40	50	70	80	90
I	unverkleidet . . .	12,3	24,0	35,0	40,1	48,8	52,5	56,1
II	Luftmantel	6,2	9,1	10,8	12,0	13,3	13,5	13,5
II	Wärmeschutzstoff mittlerer Wirkung	3,2	4,4	5,4	5,9	6,8	7,6	7,6
		l/St Niederschlagswasser bei 0° Luftwärme.						

Für ein bestimmtes Schutzmittel und eine bestimmte Geschwindigkeit folgt dann der Wirkungsgrad des Schutzmittels, bezogen auf den ungeschützten Behälter I als Vergleichseinheit, durch Berechnung des Ausdruckes:

$$\frac{I - II}{I},$$

wenn mit I und II die für den Behälter I und II, die betreffende Geschwindigkeit und das betrachtete Schutzmittel aus Zusammenstellung VIII Spalte 3 bis 9 zu entnehmenden Niederschlagsmengen bezeichnet werden.

So findet sich z. B. für 20 km/St. und Luftmantel der Wirkungsgrad aus Spalte 4 der Zusammenstellung VIII zu

$$\frac{24.0 - 9,1}{24,0} = \frac{14,9}{24} = 0,62,$$

d. h. durch den Luftmantel wurden bei 20 km/St. 62 % des Wärmeverlustes, welcher sich bei dem unverkleideten Behälter ergeben hätte, vermieden, oder der tatsächliche Wärmeverlust betrug nur 100 — 62 = 38 % des Verlustes, der unter gleichen Umständen im unverkleideten Behälter entstanden wäre.

Wenn so für alle Geschwindigkeiten nach Zusammenstellung VIII, Spalte 3 bis 9, die Wirkungsgrade berechnet und dann die Geschwindigkeiten als Längen, die Wirkungsgrade als Höhen aufgetragen werden, so entstehen für Schutz mit Luftmantel oder einem besondern Schutzstoffe mittlerer Leistung die beiden in Abb. 6, Taf. VI gezeichneten Schaulinien.

Auch diese weisen Unterschiede auf, die für die Wirkungsweise der zugehörigen Schutzstoffe sehr bezeichnend sind.

Die Linie für den Luftmantel steigt mit dem Werte 0,5 für Stillstand beginnend bei zunehmender Geschwindigkeit ziemlich steil an und behält auch bei der beobachteten Höchstgeschwindigkeit diese Neigung zum Ansteigen, wenn auch in vermindertem Mafse noch deutlich bei.

Auch die Linie für den Wärmeschutzstoff mittlerer Wirkung steigt, von 0,75 für Stillstand ausgehend, anfänglich steil an, nimmt aber schon weit früher, als die Linie für den Luftmantel eine schwächere Neigung an und zeigt bei den beobachteten Höchstgeschwindigkeiten annähernd wagerechten Verlauf, also Annäherung an einen von weiterer Geschwindigkeitszunahme unabhängigen Höchstwert.

Dieses erhebliche Ansteigen des Wirkungsgrades mit zunehmender Geschwindigkeit ist auffällig, da ja eine Veränderung des Schutzmittels selbst durch die zunehmende Geschwindigkeit nicht eintritt. Wenn man sich aber die gelegentlich der Besprechung der Abweichungen vom Jouleschen Gesetze versuchte Erklärung zurückruft, so erscheint diese geeignet, auch die hier vorliegende Erscheinung verständlich zu machen.

Jene Erklärung läfst sich auch so fassen, dafs für mäfsige Wärmegefälle zwischen abzukühlender Fläche und umgebender Luft bei zunehmender Geschwindigkeit das Sättigungsvermögen der einzelnen, an der Fläche vorbeistreifenden Luftteilchen mit der Fläche entzogener Wärme rascher abnimmt, als die Zahl der in der Zeiteinheit vorübestreifenden Luftteilchen durch die Steigerung der Geschwindigkeit anwächst, woraus dann folgt, dafs eine Steigerung des Wirkungsgrades eines Schutzmittels bei zunehmender Geschwindigkeit eintreten mufs.

Diese Zunahme des Wirkungsgrades und dessen Werte an sich sind nun für die beiden betrachteten Schutzmittel sehr verschieden.

Der Wirkungsgrad des Luftmantels (W_1) bei Stillstand beträgt nur etwa zwei Dritteile von dem des mittleren Schutzstoffes (W_2). Bei der Geschwindigkeit von 90 km/St. ist W_1 zwar erheblich angewachsen, aber immer erst etwa so hoch, wie W_2 bei Stillstand, und erreicht nur etwa fünf Sechstel von W_2 bei 90 km/St.

Das Anwachsen der Wirkungsgrade von 0 bis 90 km/St. beträgt für W_1 etwa 50 %, für W_2 dagegen nur 18 % der zugehörigen Anfangswerte für Stillstand.

Der Wirkungsgrad des Wärmeschutzstoffes liegt also nicht nur bei allen Geschwindigkeiten an sich beträchtlich höher, als der des Luftmantels, sondern es werden vermöge des geringern Unterschiedes zwischen Anfangs- und Endwert hohe Wirkungsgrade schon bei geringeren Geschwindigkeiten erreicht, als beim Luftmantel.

9. Schlufsfolgerungen.

Die Ergebnisse der Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

a) Der Wärmeverlust eines ungeschützten dünnwandigen, innen von gesättigtem Wasserdampfe, aufsen von Luft umspülten Rohres folgt auch bei den für die heutigen Eisenbahnzüge in Betracht kommenden Geschwindigkeiten dem Jouleschen Gesetze. Der Verlust nimmt mit der Geschwindigkeit sehr rasch zu, daher sind ungeschützte, wenn auch nur kleine Abkühlungsflächen an Dampflokomotiven nach Möglichkeit zu vermeiden.

b) Bei Anwendung von Wärmeschutzeinrichtungen ergeben sich für höhere Geschwindigkeiten geringere Wärmeverluste, als nach dem Jouleschen Gesetze zu erwarten wäre. Bei Schutz mit Luftmantel macht sich diese Abweichung etwa von 64 km/St., bei Anwendung besonderer Schutzstoffe ungefähr von 58 km/St. an bemerkbar. Für Geschwindigkeiten über 80 km/St. erreicht die Schaulinie der Wärmeverluste bei besonderen Schutzstoffen einen von der Geschwindigkeitszunahme nicht mehr merklich beeinflufsten Höchstwert.

c) Der Wärmeschutz mit Luftmantel ergibt bei der den Versuchen zu Grunde gelegten Kesselspannung von 7 at abs. immer noch etwa das Doppelte des Wärmeverlustes, welcher bei Anwendung der erprobten Wärmeschutzstoffe gefunden wurde.

Jedenfalls ist bei Anwendung von Luftmänteln auf guten Abschlufs des Verkleidungsbleches zu sehen, da sonst durch Luftströmungen im Luftmantel ein noch erheblich höherer Verlust verursacht werden kann.

d) Bei Steigerung der Dampfspannung von 7 bis 13 at abs. ist eine allmälige Zunahme der bei 7 at ermittelten Verluste für Luftmantel und Schutzstoffe bis zu 24 % für Stillstand nachgewiesen, für Fahrt wahrscheinlich.

e) Der Wirkungsgrad des Luftmantels ist nicht nur an sich erheblich geringer als der der eigentlichen Schutzstoffe, sondern er wird auch durch die Geschwindigkeit in höherem Mafse beeinflufst, als bei diesen. Gemeinsam ist aber beiden Arten von Schutzmitteln, dafs sich der Wirkungsgrad mit zunehmender Geschwindigkeit verbessert.

f) Eine nennenswerte Überlegenheit eines der erprobten sechs Schutzstoffe vor den anderen ist nicht zu verzeichnen*). Insbesondere konnte auch keine Überlegenheit der beiden erdigen Schutzstoffe vor den Matratzen gefunden werden. Eine solche hätte deshalb vielleicht erwartet werden dürfen, weil diese Stoffe beim Auftragen auf die vorgewärmte zu schützende Fläche auf dieser einigermafsen antrocknen und ihre Poren ausfüllen, also eine innigere Vereinigung mit der Fläche eingehen, als eine nur lose aufgelegte Matratze.

Dies Ergebnis ist deshalb besonders bedeutsam, weil es erlaubt, die Wahl des Schutzstoffes ohne Rücksicht auf die Schutzleistung der einzelnen Stoffe vorwiegend nach den Gesichtspunkten des Lokomotiv- und Werkstätten-Betriebes zu treffen.

In dieser Beziehung ist vom Schutzmittel zu verlangen, dafs es leicht aufzubringen und rasch wieder zu entfernen sei, damit Schäden am Kessel schnell gefunden und beseitigt werden können. Da bei Lokomotiven mit der Notwendigkeit wiederholter Bloslegung der Kesselwandungen in verhältnismäfsig kurzer Zeit zu rechnen ist, soll der Schutzstoff häufige Entfernung und Wiederverwendung zulassen, ohne selbst unbrauchbar und ersatzbedürftig zu werden.

Endlich soll der Schutzstoff leicht und billig sein.

Betrachtet man von diesen Gesichtspunkten aus die sechs erprobten Stoffe, so scheiden die beiden erdigen Schutzmittel K_1 und K_2 ohne weiteres aus.

Ihr Gewicht ist nach Zusammenstellung I, Spalte 7, S. 8 von allen weitaus am höchsten. Die Anbringung erfolgt durch mehrmaliges Auftragen und Trocknen dünner Schichten auf den vorgewärmten zu schützenden Körper, ist also umständlich, zeitraubend und teuer, auch hängt die Güte der Ausführung von der Geschicklichkeit des Arbeiters stark ab.

Tritt eine Undichtigkeit an der geschützten Fläche ein, so saugt sich das austretende Wasser rasch in einen grofsen Teil der die undichte Stelle umgebenden Schutzhülle ein, wodurch das Auffinden der Leckstelle erschwert wird.

Auch das Entfernen derartiger Schutzmassen ist umständlich, und schon des dabei entstehenden Staubes und Schmutzes wegen eine Arbeit, die im Innern von Werkstätten recht unangenehm werden kann. Endlich ist das einmal abgenommene Schutzmittel nicht ohne weiteres wieder verwendbar. Eignet es sich seiner Art nach überhaupt dazu, was vielfach nicht der Fall sein wird, so müssen zunächst die einzelnen Bruchstücke unter Verlusten wieder zerkleinert werden.

Derartige Schutzmittel eignen sich demnach nur für Stellen, wo sie, wie bei Dampfleitungen, nach der erstmaligen Aufbringung unberührt liegen bleiben können, solange der zu schützende Gegenstand überhaupt in Gebrauch ist.

Bei Lokomotiven kommen in dieser Beziehung die Zylinder- und Schieberkastendeckel in Betracht, deren kleine durch Rippen gebildete Vertiefungen durch in breiartigem Zustande aufgebrachte Schutzmittel sogar vollkommener geschützt werden als durch kleine eingelegte faserige Schutzkissen.

Für den Lokomotivkessel ist die Matratze als das geeignetste Schutzmittel zu betrachten, da bei ihr die oben erwähnten Mifsstände wegfallen.

Die bei der Auswahl eines faserigen Schutzstoffes zunächst zu stellende Frage, ob es wirtschaftlich überhaupt gerechtfertigt ist, an Stelle des weniger wirksamen, aber auch sehr billigen Luftmantels das kostspieligere Schutzmittel einer Matratze treten zu lassen, läfst sich allgemein nicht beantworten, weil neben dem Preise und Gewichte des Schutzmittels auch die ganze Betriebsweise der zu schützenden Lokomotive, die mittlere Geschwindigkeit, die Länge und Anzahl der Stillstände und Anheizungen in Betracht gezogen werden müssen. Bei der erheblichen Überlegenheit der Wirkung eigentlicher Schutzstoffe über den Luftmantel wird die Beantwortung dieser Fragen aber nur ausnahmsweise in verneinendem Sinne ausfallen.

Eine derartige Rechnung wurde unter Annahme einer Weifsasbestdecke für eine Personenzuglokomotive von etwa 25,5 qm zu schützender Kesseloberfläche, 13 at Dampfspannung, 50 km/St. mittlerer Geschwindigkeit und rund 86 000 km Jahresleistung unter Annahme von 15 ° C. mittlerer Luftwärme durchgeführt. Bei möglichster Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Verhältnisse ergab sich eine jährliche Ersparnis von 12 t Kohle mit siebenfacher Verdampfung als wahrscheinlich, durch welche die Kosten der Schutzdecke in rund drei Jahren getilgt sein würden*).

Die mittelbaren Vorteile erhöhten Wärmeschutzes, wie rascheres Ansteigen der Wärme im Kessel beim Anheizen, damit Ersparung an Löhnen in den Heizhäusern, gröfsere Leistungsfähigkeit der Lokomotive und bessere Schonung ihres Kessels infolge gleichmäfsigerer Haltung des Wärmezustandes sind dabei nicht berücksichtigt, weil sie der schätzenden Veranschlagung zu wenig zugänglich sind.

*) Dies stimmt auch mit den eingangs erwähnten Versuchen der Chicago und Nordwestbahn überein, wo für die verschiedenen erprobten Stoffe nur etwa 1 % Unterschied gefunden wurde.

*) Als Mafsstab für die Lebensdauer solcher Decken mag dienen, dafs von einer Bezugsquelle Gewähr für 15 jährige Dauer der Decke angeboten wurde.



Kraftdräsinen.

Von **Pflug**, Regierungsbaumeister in Charlottenburg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel X.

Während man oft von Kraftdräsinen auf amerikanischen Eisenbahnen liest, sieht man sie bei uns noch sehr selten, doch haben in letzter Zeit die preufsische und die bayerische Eisenbahnverwaltung Versuche mit solchen verschiedener Bauart angestellt. Bei gewöhnlichen Dräsinen sind mehrere Arbeiter nötig, um sie von Hand zu bewegen, bei Kraftdräsinen nur ein Führer, der allerdings angelernt werden mufs. Es dürfte sich empfehlen, einen Schlosser aus der Eisenbahnwerkstätte für einige Zeit in das Werk für Kraftfahrzeuge zu schicken und diesen später als Führer zu verwenden, im übrigen aber weiter in der Werkstätte zu beschäftigen.

Der Vorzug der Kraftdräsinen liegt in dem durch die gröfsere Geschwindigkeit ermöglichten Zeitgewinne; ihre Einführung wird durch die nicht unbedeutenden Anschaffungskosten erschwert. Ebenso wie ein guter Kraftwagen nicht billig sein kann, wird die billige Kraftdräsine wegen hoher Unterhaltungskosten und kurzer Lebensdauer nicht zu empfehlen sein.

Die in den Abb. 1 bis 4, Taf. X dargestellte Kraftdräsine der Gesellschaft für Bahnbedarf in Hamburg ist für die Eisenbahndirektion Hannover geliefert worden. Der Preis beträgt bei Einzelanfertigung 3400 M. einschliefslich Ausrüstung mit Werkzeugen, Signallaterne, Signalglocke oder Huppe. Bei Bestellung einer gröfsern Anzahl würde nach Angabe des Werkes eine nicht unerhebliche Ermäfsigung eintreten.

Das Leergewicht der Kraftdräsine ohne Wasser und Benzin beträgt etwa 475 kg.

Um die Fortschritte des vorderen Kraftwagenbaues auszunutzen, hat sich die Gesellschaft für Bahnbedarf mit dem Kraftfahrzeug-Werke Protos in Berlin in Verbindung gesetzt und mit dieser gemeinsam die Vorarbeiten und Versuche ausgeführt. Die Triebmaschine hat die Einzylinder-Protos-Anordnung von 6 P. S. mit Wasserkühlung. Sie vermag dem mit bis zu sieben Mann besetzten Fahrzeuge auf ebener Strecke eine Geschwindigkeit bis zu 40 km/St. zu erteilen.

Die Triebmaschine hat elektrische Batteriezündung. Eine Flügelpumpe treibt das Kühlwasser in den Zylindermantel; die Rückkühlung erfolgt in Rippenrohren, der Verlust an Wasser durch Dampfbildung ist so gering, dafs ein Wasservorrat von 10 l für 100 km Fahrt ausreicht. Der Vergaser ist ein gewöhnlicher Spritzvergaser, bei dem ein Metallschwimmer die Benzinzufuhr regelt. Der Benzinverbrauch beträgt etwa 400 gr/P.S.St. Die Triebmaschine wird mittels einer Kurbel angedreht, nachdem der Geschwindigkeitshebel auf Leerlauf gestellt ist. Auch ist dabei die Zündung so einzustellen, damit die Gefahr der Verletzung durch Rückschlag als Folge von Frühzündung verhütet wird.

Das Schwungrad ist kegelförmig ausgedreht und als Kuppelung ausgebildet, die durch einen Fufstritt vom Führersitze aus betätigt werden kann. Die Triebmaschine kann also eingeschaltet werden, was beim Anlassen und beim Umschalten der Geschwindigkeit nötig ist.

Im Gegensatze zu Strafsen-Kraftwagen soll eine Kraftdräsine rückwärts ebenso schnell fahren können, wie vorwärts. Der Geschwindigkeitswechsel hat deshalb für Vor- und Rückwärtsfahrt je eine grofse und eine kleine Übertragung. Das Wende- und Wechsel-Getriebe ist in Abb. 4, Taf. X im Grundrisse bei abgenommenem obern Gehäusedeckel dargestellt. Die symmetrische Anordnung und der gedrängte Aufbau sind aus Abb. 4, Tafel X ersichtlich. Ein Handhebel am Führersitze dient dazu, die erste Zwischenwelle mit dem rechten oder linken Kegelrade durch Klauenkuppelung zu verbinden. Das Kettenrad, welches in der Aussparung der Getriebekapsel zwischen den Stirnrädern der zweiten Vorgelegewelle sitzt, verhindert dort die Anbringung einer gleichen Kuppelung. Deshalb wird die zweite Vorgelegewelle selbst durch einen am Gestelle befestigten Hebel nach beiden Seiten verschoben und kuppelt durch aufsen liegende Klauenkuppelungen abwechselnd die Zahnräder der grofsen und der kleinen Geschwindigkeit. Um das Mitnehmen dieser Räder beim Verschieben der Welle zu verhindern, erhalten ihre Naben Bunde und die Lagerschalen entsprechende Ausdrehungen.

Der Führersitz ist für Vor- und Rückwärtsfahrt verstellbar, so dafs der Führer stets nach vorn sitzt.

Die kleine Geschwindigkeit, die zum Anfahren und auf Steigungen benutzt wird, beträgt etwa ein Drittel der grofsen. Bemerkt sei noch, dafs der Führersitz höher angeordnet ist, als die Beamtensitze, um stets freien Ausblick zu ermöglichen.

Die Übersetzung auf die Hinterachse, sowie die Kettenspannung erfolgt durch die in Abb. 2 und 3, Taf. X gezeigte Einrichtung.

An einem Querträger des Gestelles ist die mittlere Stange k mittels eines Doppelgelenkes befestigt, welches dem Antriebsrade möglichst nahe gerückt ist. In die Stange k ist an beiden Enden Gewinde eingeschnitten. Die Achse kann mit dem zur Versteifung dienenden Achsrahmen mittels eines Querhauptes auf die Stange k verschoben werden und wird in ihrer jeweiligen Stellung durch Muttern gesichert. Die ganze Hinterachse bildet demnach mit dem Querhaupte und den schräg gestellten Streben einen zusammenhängenden, stark versteiften Block; die Kettenspannung erfolgt durch Verschieben dieses Blockes auf der Stange k. Der Achsrahmen mit den Federtellern ist drehbar auf der Achse gelagert. Da die langen Hinterachsfedern an beiden Enden mit Doppelgelenken aufgehängt sind, ergibt sich für die Hinterachse die Möglichkeit freier Einstellung.

Auf jeder Seite des Kettenrades ist eine Bremsscheibe angebracht. Beide Bandbremsen werden durch einen Handhebel bedient. In der Kapsel des Kettenrades sitzt ein Ausgleichgetriebe, das bei kegelförmiger Lauffläche der Räder wohl überflüssig wäre.

Die ganze Art des Antriebes ist eine Eigentümlichkeit der »Protos«-Wagen. Die Betriebsicherheit ist offenbar geringer, als bei dem sonst im Kraftwagenbaue üblichen Doppelkettenantriebe.

Bei 500 mm Durchmesser der Räder beträgt die Entfernung der Fußtritte über Schienenoberkante 240 mm, die der Bühne 480 mm, sodaß man bequem auf- und absteigt.

Wenn die Strecke freigemacht werden muß, können zwei Mann die Dräsine bequem in zwei Minuten aus dem Gleise heben, indem sie an den Laufkränzen der Räder anfassen und nach und nach das Fahrzeug durch Drehen auf die Seite bringen.

Die Gesellschaft für Bahnbedarf baut noch eine andere Kraftdräsine mit $2^1/_2$ P.S., luftgekühlter Triebmaschine für zwei Insassen und Führer, mit 250 kg Gewicht und 30 km/St. Geschwindigkeit, die für Nebenbahnen bestimmt ist, ferner Schienen-Kraftwagen, deren Untergestell dem der beschriebenen Kraft-Dräsine sehr ähnlich ist, in zwei Größen für zehn Insassen mit Zwei-Zylinder-Maschine von 12 P.S. und für zwanzig Insassen mit Vierzylindermaschine von 24 P.S.

Eine Kraft-Dräsine der »Brennabor«-Werke ist bei der Militäreisenbahn Berlin-Schöneberg in Gebrauch, ferner bei der Eisenbahndirektion Berlin (Abb. 5 und 6, Taf. X). Diese hat Platz für fünf Insassen, einschließlich Führer. Sie hat eine zweizylindrige Maschine von 6 P.S. mit Wasserkühlung. Der nach dem Vorbilde der »Oldsmobile« gebaute Geschwindigkeitswechsel (Abb. 7, Taf. X) hat zwei Geschwindigkeiten vorwärts und eine rückwärts. Dieser langsame Rückwärtsgang wird nur zu Verschiebezwecken gebraucht, für längere Fahrten wird die Dräsine aus dem Gleise gehoben und gedreht. Wenn die Dräsine auch nur 350 kg wiegt und leicht angehoben werden kann, indem mitgeführte Rundeisenstangen in die Rohre des Rahmens hineingesteckt werden, so erscheint der Verzicht auf schnellen Rückwärtsgang doch nicht angebracht. In längerm Gebrauche wird das häufige Herausheben aus dem Gleise sicher als sehr lästig empfunden werden.

Der schnelle Rückgang ist auch dann von Wert, wenn Gefahr im Verzuge und keine Zeit mehr vorhanden ist, um die Dräsine aus dem Gleise zu heben. Schließlich braucht man bei doppelter Rückwärtsgeschwindigkeit nicht so sehr auf Gewichtsersparnis bedacht zu sein, man kann dauerhafter bauen und die Dräsine mit einer Bühne für Mitnahme von allerlei Geräten, gewissermaßen gleichzeitig als Kraftwagen für Beamte und Bahnmeisterwagen einrichten. Bei einer neuerdings erbauten Brennabordräsine soll auch doppelter Rückwärtsgang vorhanden sein.

Die Räder sind aus Hickory-Holz mit Stahlgußreifen hergestellt. Die vordere Bank hat drei Sitzplätze, die hintere zwei. Die Letztere liegt höher, damit der Führer die Strecke übersehen kann. Die Hebel zur Regelung der Triebmaschine, für Benzin, Luft und Drosselung befinden sich an der Rücklehne des Vordersitzes, Bremshebel und Geschwindigkeitshebel rechts vom Führersitze.

Über die Probefahrten mit dieser Dräsine wird in der Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen berichtet. Danach wurde eine 70 km lange Strecke von der mit fünf Mann besetzten Dräsine hin und zurück ohne jede Störung gefahren.

Dabei wurden 11 kg Benzin verbraucht, somit betragen die Benzinkosten 2,4 Pfg./km. Hierzu möchte ich bemerken, daß bei einem Kraftwagen die Benzinkosten nur etwa $^1/_5$ der Unterhaltungskosten ausmachen. Auch bei einer Kraftdräsine werden Abschreibungen und Ausbesserungen bei der Betriebskostenrechnung die Hauptrolle spielen. Eine gut ausgeführte, wenn auch teure Dräsine wird deshalb doch im Betriebe am billigsten sein. Bei den Versuchsfahrten wurde eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 40 km/Std. und eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/Std. erreicht. Steigungen von 1 : 100 auf mehrere Kilometer Länge mit Krümmungen von 200 m Halbmesser wurden bequem mit gleichbleibender Geschwindigkeit durchfahren.

Die Anbringung von Schutzfenstern, Überdachungen und dergleichen hat sich bei den Versuchen wegen des zu großen Luftwiderstandes nicht bewährt. Es müßte sonst eine stärkere Triebmaschine eingebaut werden.

Die Kosten der Brennabor-Dräsine betragen etwa 2500 M.

Nach einer andern Mitteilung in der Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen liegt für die Benutzung von Kraftdräsinen eine gewisse Schwierigkeit darin, daß sich die bestehenden Vorschriften nicht ohne weiteres auf die Fahrten der Dräsinen anwenden lassen. Zunächst ist der Versuch gemacht worden, die Dräsine als einzelfahrende Lokomotive zu behandeln. Das bringt den Übelstand mit sich, daß die Dräsine zu leicht ist, um beim Befahren der Schienen-Stromschließer die elektrische Druckknopfsperre auszulösen. Die Direktion Hannover behandelt deshalb Kraftdräsinen als Kleinwagen im Sinne der preußischen Dienstvorschrift vom 17. Juni 1900. Hierbei ergibt sich der Übelstand, daß die Dräsine keineswegs überall ausgesetzt werden kann; Dämme und Einschnitte, wo Wegekreuzungen in Schienenhöhe fehlen, bieten oft auf lange Strecken keine Gelegenheit hierzu. Bei Betriebstörungen der Triebmaschine muß die Dräsine durch Schieben bis zur nächsten Station gebracht werden. Dies erfordert zwar nicht viel Kraft, da die Dräsine auf Kugellagern läuft, ist aber unbequem, da der Schiebende in gebückter Stellung auf dem Kiese laufen muß. Es wird deshalb empfohlen, die Dräsine mit einer zweiten mechanischen Bewegungseinrichtung zu versehen, um auch beim Versagen der Triebmaschine leicht die nächste Station erreichen zu können. Die Strecke soll dann nicht freigegeben werden, bevor sich die benachbarten Stationen über das Eintreffen der Dräsine verständigt haben.

Betrachtungen über den Lokomotivdienst.

Von **Richter**, Regierungs- und Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Maschinen-Inspektion 1 in Schneidemühl.

(Schluß von Seite 16.)

Nach dieser allgemeinen Behandlung des Stoffes können nunmehr einige wenige Einzeldienste besprochen werden, um an ihnen zu zeigen, was durch zweckmäßige Diensteinteilungen erreicht werden kann.

Der diesseitige Schnell- und Personenzugdienst in Grunewald wurde im Sommer 1902 von 11 Mannschaften und 10 Lokomotiven nach dem folgenden zeichnerischen Plane verrichtet. Darin bedeutet Gd: Grunewald, Schl: Berlin, Schlesischer Bahnhof, Lad: Landsberg und S: Schneidemühl, ⌊7.16⌋ Dienstdauer einer Schicht von $7^h16'$ einschließlich Vorberei-



tungs- und Abschlufsdienst, und └──┘ 10.42 └──┘: Ruhe von $10^h42'$ zwischen zwei Schichten (Textabb. 1).

Dienst der Mannschaften.

Die Leistungen der Mannschaften betragen im monatlichen Durchschnitte täglich

$$\frac{87^h16' \times 30 - (7^h19' + 6^h41') \times 2 \times 4}{11 \times 30} = 7^h35'$$

und in 30 Tagen

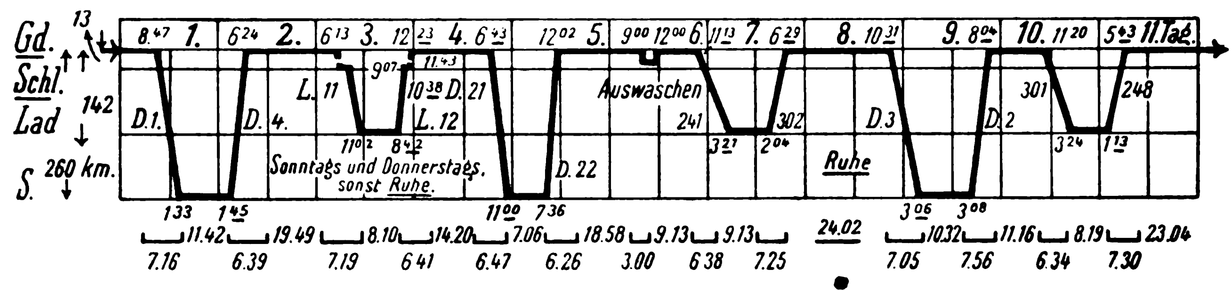
$$\frac{(6 \times 260 + 6 \times 142) \times 30 - 2 \times 142 \times 2 \times 4}{11} \sim 6240 \text{ km}$$

bei $\frac{6 \times 30 - 2 \times 4}{11} \sim 15^1/_2$ Übernachtungen.

Jede der 10 Lokomotiven leistet in 30 Tagen

$$\frac{(6 \times 260 + 6 \times 142) \times 30 - 2 \times 142 \times 2 \times 4}{10} \sim 6860 \text{ km.}$$

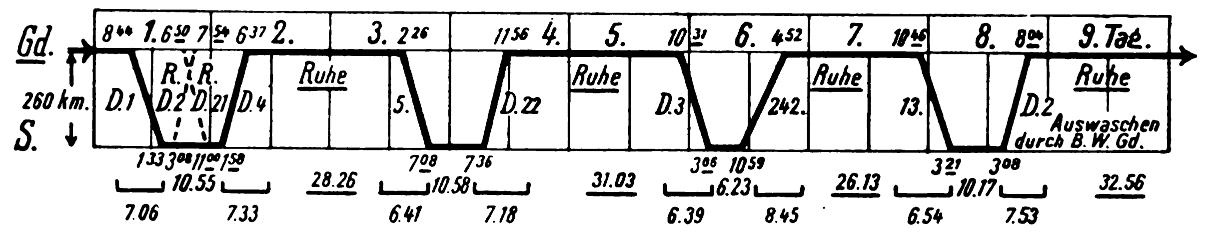
Abb. 1. **Dienst der Mannschaften.**



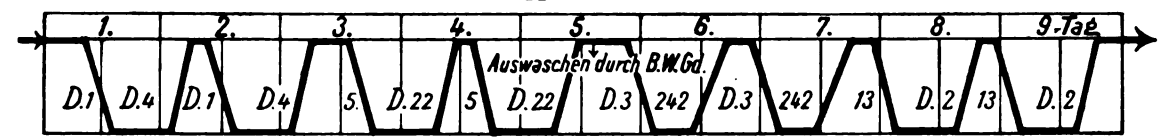
Zunächst wurde die Fahrt der Luxuszüge L 11/L 12 an Sonn- und Donnerstagen aus der Dienstgruppe herausgenommen, indem es durch anderweitige Gruppenbildung gelang, diese durch Lokomotiven der Betriebswerkmeisterei Berlin-Schlesischer Bahnhof zu befördern, und zwar ohne Maschinenwechsel in Landsberg bis und von Schneidemühl. Dadurch wurden jährlich $2 \times 13 \times 2 \times 52 \sim 2700$ Lokomotivleerkilometer erspart. Die Selbstkosten für 1 km betragen ungefähr 0,50 M., die jährliche Ersparnis machte also 1350 M aus.

Nach mehreren weiteren Änderungen, deren Beschreibung zu weit führen würde, ist jetzt für Grunewald der Dienst mit 9 Mannschaften, 4 doppelt besetzten, 1 einfach besetzten und 1 Bereitschafts-Lokomotive, zusammen mit 6 Lokomotiven, nach Textabb. 2 eingerichtet.

Abb. 2. **1. Dienst der Mannschaften und der einfach besetzten Lokomotive.**



2. Dienst der 4 doppelt besetzten Lokomotiven.



Um an jedem dritten Sonntage Gelegenheit zum Kirchenbesuche zu geben, ist D 1 an Sonntagen durch eine Ablösemannschaft zu fahren, die mit D 2 als Reisende zurückkehrt, während die planmäfsige Mannschaft mit D 21 als Reisende nach Schneidemühl fährt und dort den Dienst übernimmt.

Das Auswaschen erfolgt allgemein durch Arbeiter der Betriebswerkstätte. Müfste die Mannschaft das selbst besorgen, so würde sich die durchschnittliche tägliche Dienstdauer um 20 Minuten erhöhen, was an sich wohl zulässig wäre.

Die Leistungen der Lokomotivmannschaften betragen im monatlichen Durchschnitte täglich

$$\frac{58^h49' \times 30 + (13^h51' - 7^h06' - 7^h33') \times 4}{9 \times 30} = 6^h30'$$

und in 30 Tagen

$$\frac{8 \times 260 \times 30}{9} \sim 6930 \text{ km}$$

bei $\frac{4 \times 30}{9} \sim 13^1/_2$ Übernachtungen.

Die Lokomotiven leisten in 30 Tagen:

1. Jede der 4 doppelt besetzten
$$2 \times 6930 = 13860 \text{ km},$$
2. die einfach besetzte 6930 km und
3. im Durchschnitte jede der 6 Lokomotiven
$$\frac{8 \times 260 \times 30}{6} = 10400 \text{ km.}$$

Die Vorteile der neuen Diensteinteilung sind auf den ersten Blick zu erkennen.

Obwohl die monatliche Leistung einer Mannschaft bei 30 Tagen im Monate von 6240 km auf 6930 km gestiegen ist, beträgt die tägliche Dienstdauer nur noch $6^h30'$, mit Auswaschen $6^h50'$, gegen früher $7^h15'$, mit Auswaschen $7^h35'$. Bei einer Erhöhung der Leistung um rund 10 % wurde also die Dienstdauer um rund 10 % verringert.

Während weiter sonst aufser dem zu langen Ruhetage an den Tagen, wo die Luxuszüge L 11/L 12 nicht fahren, von

$19^h49' + 7^h19' + 8^h10' + 6^h41' + 14^h20' = 56^h19'$ nur einmal eine Ruhe von $24^h02'$ neben einer annähernden von $23^h04'$ in 11 Tagen gewährt wurde, erhalten die Mannschaften jetzt an jedem dritten Tage eine Ruhe von $26^h13'$ bis $32^h56'$. Auch die Zahl der Übernachtungen ist von $15^1/_2$ auf $13^1/_2$ um 13 % gefallen.

Die sehr wichtige Forderung, die Mannschaften tunlichst in der Heimat ausruhen zu lassen, ist somit in weitgehendstem Maſse erfüllt.

Im Zusammenhange mit dieser Änderung fiel die Beförderung eines Schnellzugpaares durch Mannschaften und Lokomotiven der Betriebswerkstätte Landsberg fort, und es wurde die Betriebswerkstätte Schneidemühl am andern Ende der Strecke als Schnellzug-Lokomotivstation mit herangezogen.

Ohne auf die verschiedenen Dienste während der Übergangszeit näher einzugehen, wird in Textabb. 3 der Schnell-

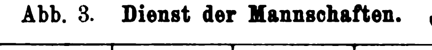
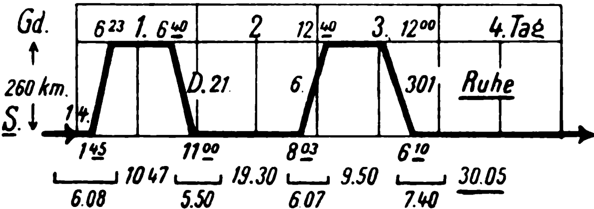


Abb. 3. **Dienst der Mannschaften.**



zugdienst in Schneidemühl dargestellt, wie er während des Sommerfahrplanes verrichtet wurde.

Jedes Zugpaar wurde von einer Lokomotive gefahren, sodaſs zwei Lokomotiven im Dienste waren. An jedem 10. Tage wurden die Lokomotiven ausgewaschen, und zwar durch die Betriebswerkstätte Schneidemühl; dafür und für die nötigen Ausbesserungen muſste eine Bereitschaftslokomotive vorhanden sein. Der Dienst war somit ein solcher mit drei Lokomotiven und vier Mannschaften. Bei der einen Lokomotive betrug die Übergangszeit auf der Heimatstation Schneidemühl $2^h45'$ und bei der andern nur $1^h53'$, die knapp ausreichte, um die Lokomotive für die anschlieſsende Fahrt von wieder 260 km gebrauchstüchtig herzurichten. Die Hauptreinigung und kleine Ausbesserungen muſsten in der fremden Betriebswerkstätte Grunewald erfolgen, wobei die Auswaschtage in der Heimat eine durchaus erwünschte Unterbrechung bildeten.

Für die Mannschaften hatte dieser Dienst keine nennenswerten Unannehmlichkeiten ergeben, da jeder Mannschaft nur zwei und abwechselnd drei Lokomotiven zur Bedienung überwiesen waren, die genaue Kenntnis jeder einzelnen Lokomotive also nicht auf Schwierigkeiten stieſs.

Dahingegen hatte es sich als erwünscht gezeigt, jeder Lokomotivmannschaft zu gestatten, zweimal im Monate abgelöst zu werden. Einerseits wäre die Leistung in 30 Tagen mit 7800 km bei schweren Zügen für die gröſsere Anzahl von Lokomotivbeamten zu anstrengend gewesen, und anderseits stand nach Lage des Dienstes den Beamten kein Abend zur Verfügung, an dem sie sich bei frischen Kräften ihren Familien widmen oder ein Fest mitmachen konnten. Sollte hier eingeworfen werden, daſs in solchen Fällen Urlaub zu gewähren sei, so wäre zu entgegnen, daſs es jedem Menschen zwanglos möglich sein muſs, sich seiner Familie zu angemessenen Zeiten ohne Überwindung besonderer Schwierigkeiten zu widmen.

In Anbetracht der monatlich zweimaligen Ablösung bei den Beamten und der mindestens drei Auswaschtage der Lokomotiven stellten sich die Leistungen der Mannschaften zu $6^h13'$ täglich im monatlichen Durchschnitte, 6760 km und 13 Übernachtungen in 30 Tagen. Jede der beiden Betriebslokomotiven legte in 30 Tagen 14040 km zurück.

Mit dieser starken Inanspruchnahme und der Aufgabe einer bestimmten Heimat der Lokomotive war die Grenze des Zweckmäſsigen bereits überschritten, und es wurde am 1. Oktober 1905 eine Änderung eingeführt, bei der noch die Forderung erfüllt war, daſs die besonders schweren Züge D 21/D 22 auch zwischen Schneidemühl und Alexandrowo mit 2/5 gekuppelten vierzylindrigen Verbund-Schnellzuglokomotiven gefahren werden.

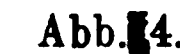
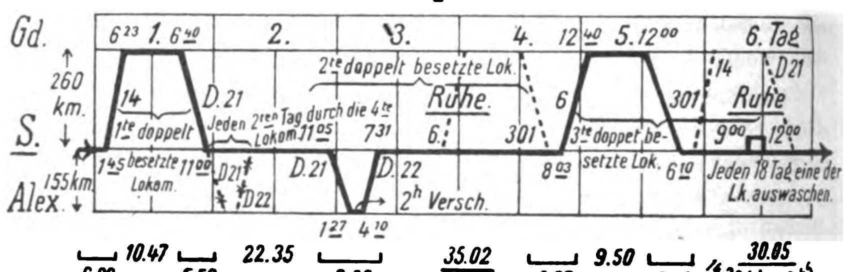


Abb. 4.



Diese neue Diensteinteilung für die jetzt 6 statt früher $4^1/_2$ Mannschaften ergibt sich aus Textabb. 4. Ablösung der Mannschaften ist nicht mehr erforderlich und die Leistung beträgt bei im Durchschnitte nur $6^h07'$ täglichem Dienste trotz Wiederaufnahme des Auswaschens in 30 Tagen 6750 km und 10 Verschiebestunden bei nur 10 Übernachtungen.

Erforderlich sind drei doppelt besetzte und eine mehrfach besetzte Lokomotive, welch letztere nur an jedem zweiten Tage die Züge D 21/D 22 zwischen Schneidemühl und Alexandrowo zu fahren hat. Hierdurch wird eine besondere kalte Bereitschaft entbehrlich, da zur Aushülfe stets eine der doppelt besetzten oder die mehrfach besetzte Lokomotive zur Verfügung steht.

Die Lokomotiven haben in 30 Tagen zu leisten

1. die drei doppelt besetzten je . . 11950 km,
2. die eine mehrfach besetzte . . . 4650 « und
3. alle vier im Durchschnitte je . . 10150 «

Die beiden vorgenannten günstigen Dienstgruppen sind nicht auf Kosten der anderen Dienste erzielt worden, vielmehr hat auch bei den Personen- und Güter-Zügen durchweg eine Verbesserung der Dienste stattgefunden.

Für den planmäſsigen Dienst bei den Personenzügen waren unter Einschluſs des Bereitschaftsdienstes in den Vergleichszeiten beschäftigt 55 Mannschaften in 1902 und 59 in 1905, sodaſs die tägliche Durchschnittsleistung einer Mannschaft $\frac{7000}{55} = 127$ und $\frac{8000}{59} = 133$ Zugkilometer betrug, mithin um 9 % stieg.

Dabei betrug die durchschnittliche Dienstdauer einer Mann-

schaft einschliefslich des Vorbereitungs- und Abschlufsdienstes $9^h14'$ in 1902 und $8^h41'$ in 1905. Bei gesteigerter Leistung fand also noch eine Verminderung der Dienstzeit statt. Dies drückt sich auch dadurch sehr klar aus, dafs 1902 auf 100 Zugkilometer $7^h53'$ Dienst verfielen und 1905 nur $5^h53'$. Auch die Übernachtungen wurden vermindert, sie betrugen täglich 18 in 1902 und 17 in 1905, mithin für 1000 Zugkilometer $\frac{18}{7} = 2{,}57$ und $\frac{17}{8} = 2{,}13$ und für eine Mannschaft $\frac{18}{55} = 0{,}33$ in 1902 und $\frac{17}{59} = 0{,}29$ in 1905, was eine Verminderung um 17 und 12 % bedeutet.

Bei den Güterzügen waren die Lokomotiven 1902 und 1905 angeblich einfach besetzt und die kilometrischen Leistungen für eine Lokomotive blieben nahezu dieselben. Dahingegen fand auch hier eine Verminderung der täglichen Dienstdauer der Mannschaften statt, nämlich von $9^h\ 31'$ in 1902 auf $8^h\ 56'$ in 1905. Auf 100 Zugkilometer kamen $8^h\ 50'$ und $8^h\ 10'$.

Die Übernachtungen endlich waren hier in den Vergleichsmonaten nahezu dieselben, und zwar täglich 21 in 1902 und 22 in 1905 oder für 1000 Zugkilometer 3,67 und 3,79, für eine Mannschaft 0,38 und 0,38.

Die Zahl der Übernachtungen ist hiernach im Güterzugdienste um rund 30 % gröfser, als im Personenzugdienste, was nicht überraschen kann.

Auf die nahe liegende Frage, wodurch denn nun eigentlich die genannten Verbesserungen erreicht wurden, lautet die schon früher angedeutete Antwort einfach: Vorwiegend durch günstige Gruppenbildung und zu einem kleinen Teile dadurch, dafs das Auswaschen der Lokomotiven teilweise den Mannschaften abgenommen und Arbeitern der Betriebswerkstätten übertragen wurde. Die letztere Änderung hatte eine Verminderung um zwei Mannschaften und eine Lokomotive in Landsberg zur Folge, woraus schon hervorgeht, dafs diese Einrichtung nicht von ausschlaggebendem Einflusse auf die oben erkannten Verbesserungen war. Aber dennoch hat sich die Einrichtung sehr gut bewährt und es kann nur empfohlen werden, die Lokomotivkessel auf grofsen Lokomotivstationen durch Betriebswerkstättenarbeiter auswaschen zu lassen. Hiervon auszuschliefsen wären aber die Verschiebelokomotiven, damit die Anfänger auch das Auswaschen kennen lernen.

Für kleine Lokomotivstationen dürfte sich das Verfahren indes nicht eignen, weil dort die fachmännische Aufsicht und eine genügende Zahl gut geschulter Arbeiter fehlen.

Zusammenfassung.

Mit der Doppelbesetzung von Lokomotiven, deren wirtschaftlicher Nutzen an sich zweifellos ist, mufs vorsichtig und nach reiflicher Prüfung aller in Betracht kommenden Verhältnisse vorgegangen werden. Bei schwankenden Verkehrsverhältnissen ist sie nur in geringem Umfange, unter Umständen überhaupt nicht am Platze. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zu Zeiten geringen Verkehres alle Zuglokomotiven einfach zu besetzen, um bei Verkehrsteigerungen, seien sie plötzliche und vorübergehende oder von längerer Dauer, sofort Lokomotiven frei machen zu können, indem zur mehrfachen Besetzung übergegangen wird. Bis zu welcher äufsersten Grenze dies möglich ist, kann bei jedem Dienstplane von vorneherein festgestellt werden. Dann weifs der maschinentechnische Betriebsleiter jederzeit, welche Mehranforderungen mit den vorhandenen Lokomotiven erfüllt werden können. Sind grofse Anforderungen wochenlang vorher bekannt, so wird der Ausbesserungstand auf eine verhältnismäfsig kurze Zeit zu Gunsten des Betriebes herabgedrückt werden können, anderseits mufs bei plötzlichen Inanspruchnahmen mit einer gröfsern Anzahl von Ausbesserungslokomotiven gerechnet werden, als gewöhnlich.

Für ausgiebigen Ersatz der Mannschaften ist stets zu sorgen. Selbst bei ziemlich gleichmäfsigen Betrieben ist das nötig, damit bei mehrfachen Erkrankungen Stockungen vorgebeugt wird.

Eine Mannschaft kann mit einer Lokomotive in einer Dienstschicht 200 bis 300 km bei Personen- und Schnellzügen und 150 bis 250 km bei Güterzügen leisten, bei besonders günstigen Verhältnissen auch etwas mehr. Mehr als 150 km bei den Güterzügen, 200 km bei den Personenzügen und 250 km bei den Schnellzügen sind meist nur dann zulässig, wenn die Dienstschicht durch eine längere Pause von etwa 2 bis 4^h unterbrochen wird, in welcher sich die Mannschaft etwas ausruhen und namentlich durch Einnahme einer reichlichen warmen Mahlzeit stärken kann.

Hiermit im Einklange soll bei den bayerischen Staatseisenbahnen davon ausgegangen werden, dafs ohne entsprechende Dienstunterbrechung die reine Fahrzeit einer Lokomotivmannschaft in einer Dienstschicht 8^h bei Güterzügen, 6^h bei Personenzügen und 4^h bei Schnellzügen angemessen ist. Die Lokomotiven können bei Doppelbesetzung zwischen zwei längeren Ruhepausen zur gründlichen Instandsetzung doppelt so viele Kilometer leisten, wie oben angegeben, wenn beim Mannschaftswechsel eine Übergangszeit von mindestens 2^h vorhanden ist.

Unter dieser Voraussetzung legen die hiesigen Schnellzug-Lokomotiven in einem Dienste tatsächlich 520 km zurück, welche Leistung bis zu 600 km gesteigert werden könnte, wenn die Streckenverhältnisse dies gestatteten.

Die durchschnittliche tägliche Dienstdauer aller Mannschaften für Personen- und Schnell-Züge zusammen ist mit 9^h als eine angemessene zu betrachten, wobei auf 100 Zugkilometer 6^h bis 8^h Dienstzeit entfallen.

Im Güterzugdienste ist eine tägliche Durchschnitts-Dienstdauer von 9^h bis $9^u\ 30'$ ermittelt worden, und 100 Zugkilometer beanspruchen eine Dienstzeit von 8^h bis 9^h.

Auf eine Mannschaft entfallen im Durchschnitte täglich 0,3 Übernachtungen bei den Personen- und Schnell-Zügen und 0,38 bei den Güterzügen, oder 2,3 und 3,7 für 1000 Zugkilometer.

Die vorstehenden Zahlen können nur als Anhalt dienen, sie dürften bei ganz schwierigen Verhältnissen etwas hoch und bei einfachen Diensten zu niedrig bemessen sein.

Mit Freuden wäre es zu begrüfsen, wenn diese Zeilen den

einen oder andern Fachgenossen veranlassen würden, Vergleiche mit den Verhältnissen auf anderen Strecken anzustellen und die dabei gefundenen Ergebnisse bekannt zu geben. Jede Berichtigung oder neue Beleuchtung kann nur von Nutzen sein.

Der Lokomotivdienst bildet einen der wichtigsten Teile des Betriebsdienstes, er übt auf die Wirtschaftlichkeit einen so grofsen Einflufs aus, dafs er nicht selten als ausschlaggebend betrachtet werden kann.

Nachruf.

Georg Robert Stephenson †.

Am 26. Oktober 1905 starb auf seiner Besitzung Hetton Lawn, Charlton Kings, Cheltenham, Georg Robert Stephenson im siebenundachtzigsten Lebensjahre. Geboren zu Newcastle 1819, also vier Jahre, bevor der Bau der Eisenbahn von Stockton nach Darlington durch seinen Oheim Georg Stephenson begonnen wurde, war er ein Knabe von elf Jahren, als die bahnbrechende Lokomotive »Rocket« bei Rainhill den Ruhm der Dampflokomotive begründete.

G. R. Stephenson begann seine Laufbahn mit zwölf Jahren als Aufseher in den Pendleton-Gruben bei Manchester, bei welchen sein Vater R. Stephenson als Oberingenieur angestellt war. Mit vierzehn Jahren wurde er Wärter an einer ortsfesten, von seinem Vater gebauten Dampfmaschine, die dazu diente, beladene Kohlenwagen auf einer geneigten Ebene hinaufzuziehen. Stephenson hatte hierbei Gelegenheit, die Dampfmaschine gründlich kennen zu lernen. Nachdem er zwei Jahre in dieser Stellung zugebracht hatte, wurde es seinem Vater möglich, ihm eine bessere Erziehung angedeihen zu lassen. Er besuchte zwei Jahre lang die King Williams-Schule in Douglas, Isle of Man, verlor in dieser Zeit seinen Vater, und ging nach dem Verlassen der Schule, achtzehn Jahre alt, zu seinem Oheime, der fast auf der Höhe seines Ruhmes als Eisenbahnerbauer Englands stand. Der Erfolg der Manchester und Liverpool-Bahn hatte den Anstofs zu einer gesteigerten Tätigkeit im Eisenbahnbau gegeben. Zunächst als Zeichner der damals im Bau befindlichen, später mit der Lancashire und Yorkshire-Bahn vereinigten Manchester und Leedsbahn angestellt, in welcher Tätigkeit er ein Jahr verblieb, wurde er weiter als Sektions-Unter-Ingenieur auf die Strecke geschickt. Nach Fertigstellung der Leeds-Linie kehrte er zu seinem Oheime nach Chesterfield zurück, nahm auch vorübergehend eine Stelle als Oberingenieur der Tipton-Kohlengruben an.

Im Jahre 1842 gründete er mit seinem Vetter R. Stephenson und mit Georg Parker Bidder in Westminster ein Ingenieur-Geschäft und übernahm die Oberaufsicht beim Bau einiger Strecken der South-Easternbahn und der Waterloo und Southport-Linie. Mit seinem Vetter war er besonders beim Baue beträchtlicher Strecken des jetzigen Midland-Netzes beteiligt; dabei verursachte der Bau der Ambergate und Rowsley-Strecke durch Erdrutschungen grofse Störungen und aufserordentliche Kosten. Weiter folgte die Northampton und Market-Harborough-Strecke unter seiner unmittelbaren Aufsicht, auch war Stephenson verantwortlich für den Bau der Grantham und Boston-Linie und für die East London-Bahn. Ferner baute er die dänischen Staatsbahnen, wie er auch beratender Ingenieur der als erste der Eisenbahnen Neu-Seelands gebauten Bahn Lyttleton-Christchurch war.

In den Jahren 1854 bis 1859 baute er mit seinem Vetter die Victoria-Röhrenbrücke über den St. Lorenz-Strom bei Montreal in Kanada. Während bei dieser Brücke die Fahrbahn innerhalb der Röhren liegt, liegt sie bei zwei ähnlichen von Stephenson bei Damiette über den Nil gebauten Brücken auf ihnen.

Nachdem sein Vetter im Jahre 1859 gestorben war, setzte Stephenson seine Tätigkeit im Baue von Eisenbahnen noch einige Jahre fort, um alsdann in die von Pease, Thomas Richardson und seinem Oheime Georg im Jahre 1823 in Newcastle begründete Lokomotivbauanstalt einzutreten, in der auch die Lokomotive »Rocket« gebaut war. Lange Jahre war er Direktor dieser, später in Robert Stephenson und Co. umgeänderten Firma, die im Jahre 1886 in eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung umgewandelt wurde, der Stephenson als Präsident und Sir J. W. Pease, Arthur Pease und Georg Stephenson als Direktoren vorstanden. Erst 1889, als sich die Gesellschaft erheblich vergröfserte, zog er sich von den Geschäften zurück.

Stephenson wurde 1853 Mitglied der Institution of Civil Engineers und war im Jahre 1876/77 ihr Präsident. Ferner war er Mitglied mehrerer anderer wissenschaftlicher Vereinigungen, auch Mitglied der Royal Yacht Squadron und des Engineers' Volunteer Staff.

Von seinen Brückenbauten sind namentlich als höchst bedeutungsvoll die gufseiserne High-Level-Bogendoppelbrücke über den Tyne in Newcastle, und der Neubau der 1796 von R. Burden erbauten gufseisernen Bogenbrücke über den Wear in Sunderland in eine schweifseiserne unter Erhaltung des alten Brückenbildes zu nennen. Aber wenn er auch als Brückenbauer eine grundlegende Rolle gespielt hat, so liegt das Hauptgewicht seiner Lebensarbeit doch auf dem Gebiete des Eisenbahn-Baues.

Mit ihm ist eine der ehrwürdigen Gestalten von uns geschieden, die Hauptmarksteine in der ersten Geschichte des grofsartigen Aufschwunges der Ingenieurwissenschaften im verflossenen Jahrhunderte bilden.

—k.

Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, jetzt Deutsches Museum.

Der Bauausschufs, dem die Vorbereitung für den Neubau des Museums obliegt, hat gemäfs einem Wunsche des Gemeindekollegiums der Stadt München in seiner letzten Sitzung einstimmig beschlossen, einen allgemeinen Wettbewerb unter den deutschen Architekten auszuschreiben.

Im Einverständnisse mit Herrn Professor Dr. von Seidl, welcher einen Vorentwurf ausgearbeitet hat, wird dieser dem Ausschreiben beigefügt werden, um neben den Baubedingungen zur Erläuterung der aufserordentlich vielseitigen Anforderungen an diesen Bau zu dienen.

Das Reich, die Bundesstaaten und die Stadt München sollen gebeten werden, Preisrichter zu ernennen. Die Aufforderung zum Wettbewerbe wird voraussichtlich Mitte Januar erfolgen, die Entwürfe sollen bis 1. August 1906 abgeliefert werden.

Jubiläum-Stiftung der deutschen Industrie.

Anträge auf Bewilligung von Geldmitteln aus den Beständen der Jubiläum-Stiftung der deutschen Industrie, über die in der Sitzung im Mai 1906 Beschlufs gefafst werden soll, müssen spätestens bis 1. Februar 1906 bei dem Vorsitzenden des Kuratoriums eingereicht sein. Druckabzüge der Leitsätze für die Stellung derartiger Anträge werden von der Geschäftstelle Charlottenburg, Technische Hochschule, Berlinerstrafse Nr. 151 kostenlos abgegeben. Dahin sind auch etwaige Anträge zu senden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Über den Betrieb amerikanischer Ausbesserungs-Werkstätten berichtete Regierungsbaumeister Dinglinger im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure nach den Erfahrungen einer längeren Studienreise*). Eine grofse Anzahl mitgeteilter Einzelheiten beweist, wie sehr die Einrichtungen der amerikanischen Ausbesserungs-Werkstätten von denen der preufsischen Staatsbahnen abweichen. Als wesentlich ist zu betonen, dafs in den Wagenwerkstätten in den Zeiten, in denen der ganze Wagenbestand sich im Betriebe aufserhalb der Werkstätten befindet, etwa während der Erntezeit, Neubauten von Wagen aller Art ausgeführt werden.

Bei der Anlage einer Lokomotiv-Ausbesserungs-Werkstätte gilt der Grundsatz, alle gröfseren Wiederherstellungsarbeiten in einer möglichst vollkommen eingerichteten Werkstätte, alle kleineren dagegen in gut ausgerüsteten Lokomotivschuppen auszuführen. Als Beispiel für die Arbeitsteilung in den Werkstätten wird die Rottenarbeit in der Kesselschmiede und beim Zusammenbau vorgeführt. Als am meisten verbreitete Lohnart findet sich der Stundenlohn beim Zusammenbau, der Stücklohn in den übrigen Werkstätten. Zur Überwachung der Arbeiter bringt Dinglinger die Arbeiterkarte in Verbindung mit Büchern, für pünktliche Arbeitserledigung die Einführung von Lieferungslisten in Vorschlag, und zwar unter Vorführung der in amerikanischen Werkstätten gebräuchlichen Vordrucke.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

Die Werkstätten der Great Western-Eisenbahn zu Swindon.

(Transport und Railroad Gazette 1905, Seite 153 E, 167 E und 178 E. Mit Abbildungen.)

Der Flächenraum der Werkstattanlagen beträgt 137,6 ha und die Arbeiterzahl 13000. Im Jahre 1842, als nur Arbeiten an Lokomotiven ausgeführt wurden, betrug der Flächenraum 5,7 ha und die Zahl der Arbeiter 1536.

Die einzelnen Hallen der Kesselschmiede sind mit Laufkränen von 20,3 t Tragkraft, sowie mit Prefswasser-Kränen für leichte Lasten und Nietarbeiten ausgerüstet. Jede zweite Dachsäule ist mit einem leichten Auslegerkrane versehen. Ferner befindet sich dort ein feststehender Prefswasser-Kran von 30,5 t Tragkraft, welcher die Kessel in die Nietlage bringt, worauf sie durch eine Prefswasser-Nietmaschine von 3,66 m Ausladung genietet werden. Zum Absägen der Ränder der gekümpelten Feuerbüchsplatten und dergleichen dient eine elektrisch angetriebene wagerechte Bandsäge, welche beide Seiten auf einmal bearbeitet und eine Vorschubgeschwindigkeit von 12,7 mm/Min. hat. Eine besondere Einrichtung der Kesselschmiede ist die grofse Kümpelpresse, welche mit einem Drucke von 105,5 at arbeitet und die gröfsten Feuerbüchsplatten in zwei Hitzen, kleinere in einer Hitze prefst. Die Kesselschmiede hat Platz für 5 neue und 90 ausbesserungsbedürftige Kessel. Das Prefswasser-Kraftwerk besteht aus zwei Maschinen mit dreistufiger Dampfdehnung und doppelt wirkenden Pumpen, welche bei 105,5 at Pressung 27,25 l während einer Umdrehung leisten. Ferner befinden sich daselbst drei doppeltwirkende Pumpmaschinen der Swindon-Form, welche Prefswasser von 56,3 und 105,5 at zum Zwecke besonderer Arbeiten für die ganzen Werkstattsanlagen liefern. Aufserdem sind noch Luftpumpen aufgestellt, von denen die Prefsluftwerkzeuge mit einer Spannung von 5,6 at gespeist werden.

Die Lackiererei, welche von der Kesselschmiede durch eine Dampfschiebebühne getrennt ist, hat vier Hallen mit 10 Aufstellungsgleisen. Diese bieten für 30 Tenderlokomotiven oder 20 Lokomotiven mit Schlepptender Platz.

Die Messinggiefserei hat eine Leistungsfähigkeit von 23,4 t/Woche, Maschinenformerei findet in ausgedehntem Mafse Anwendung. Anfänglich verursachte das Abziehen der Lehrenplatten von der Form, ohne letztere zu zerbrechen, Schwierigkeiten. Dieser Übelstand wurde jedoch durch Anwendung eines Prefsluft-Klopfers beseitigt, mittels dessen die Lehrenplatte in schnelle Schwingungen versetzt und von der Form ohne Zerstörung der letztern gelöst wird.

Die Eisengiefserei besteht aus zwei 121,9 m langen Hallen



und hat eine Leistungsfähigkeit von 610 t/Woche. Güsse bis zu 20,3 t Gewicht können ausgeführt werden. Die häufig vorkommenden Arbeiten, wie Herstellung von Achsbüchsen und Kolben, werden durch ungeübte Arbeitskräfte auf Formmaschinen bewerkstelligt, während die Handformer geübte Leute sind, welche die schwierigeren Arbeiten, wie das Formen von Zylindern und Säulen ausführen. Die beiden vorhandenen Kupolöfen haben eine Leistungsfähigkeit von 12,2 t/Stunde und werden durch Prefswasser-Aufzüge gespeist.

Der Schuppen für Zusammenbau ist ein vollständig neues Gebäude mit einer Grundfläche von über 2 ha. Hier werden sowohl alte Lokomotiven ausgebessert, als auch neue gebaut. Die durchschnittliche Leistung beträgt 60 bis 70 neue Lokomotiven und 800 allgemeine Ausbesserungen jährlich, die Arbeiterzahl 600. Die vorhandenen 80 Lokomotivgruben sind in vier Reihen zu je 20 angeordnet. Die Schlosserbänke sind in geeigneter Weise zwischen den Gruben aufgestellt. Die Hubvorrichtungen bestehen aus vier durch Prefswasser und elektrischen Strom angetriebenen Laufkränen, welche ihre eigenen Pumpen haben und von denen jeder mit zwei 25,4 t Winden ausgerüstet ist.

Aufserdem sind an den Laufkränen schnellwirkende Aufzugsvorrichtungen von 2,54 t Tragkraft für leichte Lasten angebracht. Zwei elektrisch betriebene Schiebebühnen dienen zum Ein- und Ausbringen der Lokomotiven. Prefsluftleitungen führen durch die ganze Werkstatt. Die im Schuppen aufgestellten Werkzeugmaschinen werden durch Gleichstrommaschinen angetrieben. Das an der Längsseite des Schuppens befindliche Krafthaus enthält drei dreizylindrige Westinghouse-Gasmaschinen, welche mit ihren Stromerzeugern unmittelbar gekuppelt sind. Sie erzeugen einen Strom von 600 Amp. bei 250 Volt, wobei die Umdrehungszahl 200/Min. beträgt. Der aus 140 Zellen bestehende elektrische Speicher gibt den Beleuchtungstrom während der Dunkelheit, sowie den Kraftstrom zu der Zeit her, zu welcher die Stromerzeuger aufser Betrieb gesetzt werden. Auf den Werkzeugmaschinen wird durchweg mit Stahl für hohe Geschwindigkeiten gearbeitet. Eine Kurbelachse kann in ungefähr sieben Stunden roh abgedreht werden. Die Hobelmaschinen haben eine Schnittgeschwindigkeit von 10,7 m/Min. und eine Rückkehrgeschwindigkeit von 30,5 m/Min.

Die Rohrleitungen, welche zur Fortleitung von Prefswasser und Gas dienen, sind in einem Kanale von 2133 mm Durchmesser durch die ganzen Werkstätten geführt, wodurch die Untersuchung und Ausbesserung der Rohrleitungen, sowie das Auffinden von Undichtigkeiten an ihnen sehr erleichtert wird.

H—t.

Die Lokomotivbauanstalten der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Allgemeine Bauzeitung 1905, Heft 4, Seite 131.)

In den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika haben zwei grofse Gesellschaften, die »Baldwinsche Lokomotiv-Bauanstalt« und die »Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft« die Führung im Lokomotivbau übernommen. Die Baldwinsche Lokomotiv-Bauanstalt, die seit der Entstehung der Eisenbahnen in Nordamerika, 1831, betrieben wird, und deren Leiter Samuel M. Vauclain ist, beschäftigt gegenwärtig 15000 Arbeiter und liefert jährlich 2000 Lokomotiven.

Die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft wurde im Jahre 1901 aus neun Werken gebildet, ihr Leiter ist Francis J. Cole. Bei einer Arbeiterzahl von 27 000 werden jährlich 3000 Lokomotiven gebaut. Die hervorragendsten Erzeugungsstätten der Gesellschaft sind die im Jahre 1848 gegründeten Schenectady-Werke in Schenectady, N. Y. und die im Jahre 1869 gegründeten Brooks-Werke in Dunkirk, N. Y. Aufserdem gehören der Gesellschaft die Pittsburg-Werke in Alleghany, Pa., gegründet 1865, die Richmond-Werke in Richmond, Va., gegründet 1887, die Cooke-Werke in Paterson, N. J., gegründet 1852, die Rhode Island-Werke in Providence, R. J., gegründet 1866, die Dickson-Werke in Scranton, Pa., gegründet 1856, die Manchester-Werke in Manchester, N. H., gegründet 1854, und die Montreal-Werke in Montreal, Kanada.

Aufser diesen beiden Gesellschaften ist noch Rogers' Lokomotiv-Bauanstalt in Paterson, N. J., anzuführen, die seit 70 Jahren besteht und gut und verläfslich nach bewährten Mustern baut. Die übrigen Lokomotiv-Bauanstalten der Vereinigten Staaten haben weniger Bedeutung. Von den Eisenbahngesellschaften bauen nur wenige mitunter ihre Lokomotiven selbst, so die Union Pacific, die Pennsylvania-Eisenbahn und die Chicago, Milwaukee- und St. Paul-Eisenbahn, namentlich zu den Zeiten, in denen der Ausbesserungsstand in den Werkstätten gering ist.

—k.

Empfangsgebäude der Grand Rapids und Indiana-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, Dezember, Band XXXVII, S. 682.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Tafel X.

Von der Grand Rapids und Indiana-Bahn ist vor kurzem eine Anzahl bemerkenswerter Empfangsgebäude erbaut worden. Die betreffenden Bahnhöfe sind mit Ausnahme der Union-Station in Grand Rapids kleine Stadtbahnhöfe.

Das Empfangsgebäude in Grand Rapids (Abb. 9, Taf. X) wurde im Dezember 1900 vollendet. Es ist aus Ziegelstein und gebrannten Tonplatten hergestellt und mit einem Schieferdache versehen. Das Gebäude ist 67,97 m lang, 17,07 m breit, zwei Stock hoch und hat einen mittlern Glockenturm. Bedeckte Wege erstrecken sich an der Strassen- und Gleisseite, an letzterer das Gebäude mit der Bahnsteighalle verbindend. Am Südende befindet sich ein bedeckter Droschkenstand, welcher das Hauptgebäude von dem die Räume für die Post und für die Gepäckbestätterung enthaltenden Nebengebäude trennt. Der Hauptwarteraum ist 24,57 m auf 16,64 m grofs und zwei Stock hoch. Die innere Anordnung zeigt der Grundrifs (Abb. 9, Taf. X). Der Hauptwarteraum befindet sich in der Mitte, seine Seiten werden begrenzt durch das Wartezimmer für Frauen, das Rauchzimmer, das Erfrischungs- und Speisezimmer, den Raum für die Aufbewahrung von Handgepäck, den Zeitungstand, die Barbierstube, die Gepäckabfertigung, die Räume für den Fernschreiber und für die Fahrkartenausgabe. Die Innenwände sind auf zwei Drittel ihrer Höhe mit weifsen, glasierten Ziegeln verkleidet, darüber ist ein gelber Schmuckziegel verwendet. Die Decke besteht aus Putz und Stuck. Im zweiten Stocke befinden sich Dienstzimmer und Lese- und Badezimmer für die Beamten. Die Bahnsteig-

halle ist im Jahre 1890 errichtet und besteht aus einem Schieferdache, welches von Flufseisen-Säulen getragen wird. Sie ist 182,88 m lang und 41,91 m weit und enthält sieben Gleise. Grofse und schöne Rasenplätze sind nördlich und südlich des Empfangsgebäudes angelegt.

Das im Jahre 1900 erbaute Empfangsgebäude in Cadillac (Abb. 8, Taf. X) ist aus Ziegelstein mit Einfassungen aus braunem Hausteine hergestellt und mit einem Schieferdache versehen. Der Grundrifs (Abb. 9, Taf. X) zeigt die innere Anordnung mit für Männer und Frauen geteiltem Hauptraume, einem Wartezimmer für Frauen, einem Rauchzimmer, einem Speisezimmer, den bequem gelegenen Räumen für die Fahrkartenausgabe und den Fernschreiber und für die Gepäckabfertigung. Alle Innenwände haben eine 1,52 m hohe Verkleidung aus weifsen glasierten Ziegeln, die Fufsböden bestehen aus Mosaikfliesen mit Ausnahme des aus Ahornholz bestehenden Fufsbodens in der Gepäckabfertigung. Im zweiten Stocke liegen Lese-, Aufenthalts- und Badezimmer für die Beamten.

Petoskey hat ein reizendes kleines Empfangsgebäude aus Ziegeln mit Hausteineinfassungen und Schieferdach. An der Gleisseite des Gebäudes erstreckt sich ein weit über beide Enden hinausgehendes Bahnsteigdach. Der das Gebäude umgebende Bahnsteig ist mit Klinken befestigt. Im Innern nimmt der Hauptwarteraum oder Warteraum für Männer, 15,24 m auf 9,14 m, die Mitte des Gebäudes ein. Er wird an der einen Seite vom Wartezimmer für Frauen, 6,10 m auf 6,10 m, und den Aborten, an der andern Seite von der Gepäckabfertigung, 7,32 m auf 9,14 m, mit dem in einer Ecke liegenden Raume für den Fernschreiber, 1,83 m auf 3,66 m, begrenzt. Die Fahrkartenausgabe befindet sich an der dem Hauptwarteraume gegenüberliegenden Seite nach den Gleisen zu. Die Warteräume sind mit Fufsböden aus Terrazzo, hoher Verkleidung aus elfenbeinfarbig glasierter Täfelung, Putzwänden und Putzdecken versehen.

Einen Block südlich von diesem Gebäude befindet sich das Vorort-Empfangsgebäude, ein Fachwerkbau, welcher während des Sommers dem starken Vorortsverkehre zwischen Petoskey und Harbor Springs und den weiteren Ausflugsorten Little Traverse Bay, Oden und Walloon Lakes dient. Es ist geschmückt durch Bäume, Blumenbeete und Parks, welche sich an der Westseite der Gleise zwei Blocks und an der andern Seite einen Block nach Süden erstrecken. Auch das der Bahn gehörende Land an der Strecke von Petoskey nach Bay View von 1,6 km Länge ist mit Rasen bedeckt.

Das Empfangsgebäude in Decatur, Indiana, wurde im Jahre 1903 erbaut. Es ist ein roter Backsteinbau mit Hausteineinfassungen und Schieferdach. Das Innere hat einen Fufsboden aus Ahornholz und eine Täfelung aus Kiefernholz, mit Ausnahme des Wartezimmers für Frauen, des Rauchzimmers und der Aborte, welche einen Fufsboden aus Ziegeln und eine Wandverkleidung aus glasierten Platten haben. Das Empfangsgebäude in La Grange, Indiana, wurde im Jahre 1901 erbaut. Es ist ein Fachwerkbau mit Schindeldach, das Innere ist mit Kiefernholz verkleidet, mit Ausnahme der Aborte, welche Zementputz haben. Alle Fufsböden bestehen aus Zement.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Lokomotive mit Wasserrohrkessel.

(Le Génie Civil, 1905, Juli, Bd. 47, Heft 13, S. 209. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 bis 13 auf Tafel X.

Für das algerische Schienennetz der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn hat ihr Oberingenieur Robert versuchsweise Lokomotiven mit Wasserrohrkessel bauen lassen, um von den schädlichen Einwirkungen des dort so schlechten Kesselspeisewassers unabhängiger zu sein. Das Speisewasser in Algier enthält im Durchschnitte 0,7 g/l, in einigen Gegenden, wie in Biskra, sogar bis 2,55 g/l unlöslicher Bestandteile. Aufserdem besitzt es eine gröfsere Menge löslicher Salze, wie schwefelsauern Kalk und Magnesium, chlorsaures Natrium und Magnesium, die eine zähe und feste Kruste auf den höheren Hitzegraden unterworfenen Stellen des Kessels absetzen. Trotz häufiger, regelmäfsig wiederkehrender Auswaschungen und Abkratzungen hat sich an den Stehbolzen, Heizrohren und Rohrwänden ein Kalküberzug gebildet, dafs die Reinigung und Erhaltung des Kessels wegen häufigeren Vorkommens von Rohrlecken, Stehbolzenbrüchen, Anfressungen im hintern Stehkessel, Rissen an den Feuerkisten-Seiten und Rohrwänden eine äufserst schwierige und kostspielige ist. Im Allgemeinen müssen die Rohre bereits nach 45000 km erneuert und nach 190000 km die ganze Feuerkiste ersetzt werden, während die Betriebsdauer der Lokomotiven auf den französischen Strecken dieser Verwaltung eine viermal längere ist.

Häufigere Auswaschungen würden nur ein Notbehelf dagegen sein und wenig nutzen. So sah sich der Betriebsleiter Robert veranlafst, die bislang übliche Kesselbauart zu verlassen und versuchsweise den Torpedobootskesseln ähnliche Wasserrohrkessel bei dieser Güterzuglokomotive anzuwenden, deren übrige Bauart an Rahmen und Untergestell die alte geblieben ist.

Der Kessel besteht aus den beiden walzenförmigen Körpern A und B (Abb. 10, Taf. X), die durch drei Stutzen und durch das Bündel der Stahlrohre V_2 in Verbindung stehen. Der Feuerkisten-Grundring ist hohl (Abb. 11 und 12, Taf. X) und durch die Rohre R_1 R_2 mit dem Oberkessel verbunden.

Der Grundgedanke dieser Neuerung ist der, dafs ein lebhafterer Wasserumlauf hervorgerufen werden soll, und zwar soll eine aufsteigende Strömung in den der Feuerkiste benachbarten Teilen des Rohrbündels entstehen, während sich in den entfernteren, kälteren Teilen und in den Rücklaufrohren R_1 R_2 eine absteigende Strömung bilden soll.

Die Reinigung des Kessels und der Rohre soll keine nennenswerten Schwierigkeiten bieten. Letztere werden mit Hülfe geeigneter, durch bewegliche Wellenleitungen oder Schlauchwellen angetriebener Bürsten gereinigt und der in den Unterkessel B fallende Schlamm wird von dort aus mühelos entfernt. Um Rufs- und Flugaschenablagerungen zwischen den Rohren des Bündels zu verhindern, sind zwei Dampfrohre 00 angeordnet,

so dafs während der Fahrt nach Öffnung des betreffenden Stellhahnes ein kräftiges Ausblasen mit Dampf stattfinden kann.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende: Rostlänge 1,85 m, Rostbreite 1,05 m, Rostfläche = 1,942 qm. Rohrzahl 556 von 0,065 Durchmesser und 60 von 0,046 m Durchmesser, Heizfläche in der Feuerkiste = 15,4 qm, Heizfläche in den Wasserrohren = 103,0 qm, Ganze Heizfläche = 119,3 qm. Kesseldruck 12,5 at. Wasser- und Dampfraum zusammen 8,5 cbm, Dampfraum = 1,2 cbm, Kesselgewicht leer = 13,5 t, Kesselgewicht gefüllt = 19,35 t.

Diese Bauart soll sich in den 1,5 Jahren ihrer Betriebsdauer im Güterzugdienste auf der Strecke Alger-Affreville gut bewährt haben, die bei 119,4 km Länge lange Steigungen von 20 mm/m aufweist. Die von dieser Lokomotive beförderten Züge haben eine Mehrbelastung von 25 % gegenüber den von anderen Lokomotiven gefahrenen. Unterhaltungsarbeiten sind während dieser Zeit nicht erforderlich geworden, während bei den übrigen Lokomotiven in derselben Zeit Stehbolzen, Rohre und Rohrwände ersetzt werden wufsten. R—l.

Vierzylindrige Verbund-Güterzuglokomotive der schweizerischen Bundesbahnen.

(Schweizerische Bauzeitung 1905. Band XLVI, Oktober, S. 205. Mit Abbildungen.)

Die Lokomotive ist dem Bedürfnisse nach Schaffung einer kräftigen Lokomotiv-Grundform entsprungen, die auf Hauptlinien mit starken Steigungen, insbesondere auf den Zufuhrlinien zum Simplon, auf der Hauensteinstrecke und auf der Bötzberglinie zur Verwendung kommen soll. Als Dauerleistung wurde von der Bahnverwaltung die Beförderung eines Zuges von 200 t Gewicht auf einer anhaltenden Steigung von 26 ‰ mit 20 bis 25 km/St. Geschwindigkeit vorgeschrieben und die Höchstgeschwindigkeit auf 65 km/St. festgesetzt. Mit Rücksicht auf die mit Verbundlokomotiven gemachten günstigen Erfahrungen wurde die Verbundbauart und zur Erzielung ruhigen Ganges bei der verhältnismäfsig hohen Geschwindigkeit des günstigen Massenausgleiches wegen das Vierkurbeltriebwerk gewählt.

Das Triebwerk weicht von der Bauart de Glehn nur dadurch ab, dafs alle vier Zylinder neben einander liegen, und zwar die Hochdruck-Zylinder innerhalb der Rahmen, hierdurch wird eine kräftige und einfache Versteifung erreicht. Die Lagerung der Niederdruck-Zylinder zwischen den Rahmen würde für den Massenausgleich zwar günstiger gewesen sein, aber zu verwickeltem Rahmenbaue geführt haben.

Für alle vier Zylinder sind nur zwei Steuerungsantriebe vorhanden; die äufseren Niederdruck-Schieber werden durch eine Heusinger-Steuerung in üblicher Weise unmittelbar angetrieben, während die Kolbenschieber der Hochdruckzylinder von einer schwingenden Welle aus bewegt werden, in deren äufsern Hebel die Pleuelstange der Heusinger-Steuerung aufgehängt ist.

Zum Anfahren wird bei ganz ausgelegter Steuerung durch ein von der Umsteuerungstange aus betätigtes Dampfventil Dampf vom Hochdruck-Schieberkasten nach dem Verbinder geleitet.

Die Hauptabmessungen und Gewichte der Lokomotive sind:

Durchmesser der Hochdruckzylinder d:		370 mm
« « Niederdruckzylinder d_1		600 «
Kolbenhub der Hochdruckzylinder h =		600 «
« « Niederdruckzylinder h_1 =		640 «
Triebraddurchmesser D =		1330 «
Dampfüberdruck p =		14 at
Heizfläche H =		174,2 qm
Rostfläche R =		2,44 «
Verhältnis H : R =		71,4
Heizrohre	Länge	4200 mm
	Innerer Durchmesser	46 «
	Äufserer «	50 «
	Anzahl	242
Mittlerer Kesseldurchmesser		1550 mm
Fester Achsstand		3250 «
Ganzer «		7500 «
Gewicht im Dienste	Triebachslast L_1	57,6 t
	im ganzen L	66,3 t
Kohlenvorrat des Tenders		5 t
Wasservorrat « «		17 t
Zugkraft $0,38\ p \cdot \frac{d_1^2 h_1}{D}$		9200 kg

Die schweizerischen Bundesbahnen haben 32 Lokomotiven dieser Art bei der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinen-Bauanstalt Winterthur in Bestellung gegeben. Drei dieser Lokomotiven, die als Probe gebaut und bereits Anfang 1905 in Betrieb genommen wurden, haben den an sie gestellten Anforderungen voll entsprochen. —k.

Der Lokomotivbau in den Vereinigten Staaten von Amerika zur Zeit der Ausstellung von St. Louis 1904.

(Allgemeine Bauzeitung 1905, Heft 4, Seite 131. Mit Abb.)

In der Einleitung des von Ritter von Stockert verfafsten Aufsatzes wird darauf hingewiesen, dafs die Grofszügigkeit des amerikanischen Verkehrswesens ein mächtiger Förderer des Gewerbes sei. Der Aufsatz behandelt: Lokomotivbauanstalten, Schienendruck, Bauformen der Personenzuglokomotiven und der Güterzuglokomotiven, Kessel, Maschine, Überhitzer, Kolbenschieber, einstellbare Laufachsen, Kurbelachsscheiben, Fufsring der Feuerkiste, kupferne Dichtungsringe bei eisernen Heizröhren, Tender und Schöpfeinrichtung für solche, Einteilung der Lokomotiven. Zur Erleichterung des Verständnisses dienen zahlreiche Abbildungen. Man glaubt in den Vereinigten Staaten in den nächsten Jahren mit nur vier Grundformen für alle vorkommenden Betriebsformen anskommen zu können, und zwar sind auf Vorschlag einer Gruppe beratend zusammengekommener Bahnverwaltungen folgende Lokomotivgattungen in Aussicht genommen:

Zwei Arten von Personenzug-Lokomotiven, eine mit zweiachsigem Drehgestelle, zwei Triebachsen, einer Laufachse, eine zweite ebensolche, aber mit drei Triebachsen: 2—2—1 und 2—3—1, eine Art von Güterzuglokomotiven mit einer Laufachse und vier Triebachsen: 1—4—0, eine Art von Verschiebe-Lokomotiven mit drei Triebachsen: 0—3—0. —k.

Entladewagen.

(Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XI.)

Dem »Spezialkataloge« für Klein- und Strafsenbahnen von A. Koppel, Berlin und Bochum, entnehmen wir folgendes über neuere Arten von Entladewagen*).

Kastenkippwagen (Abb. 1, Taf. XI). Der mit Gewichtsbremse ausgerüstete Wagen für 1000 mm Spur dient zur Beförderung von Kohlen, Sand, Steinen und dergleichen. Die hohe Lage des Kastens ermöglicht die Entladung ohne Benutzung einer Entladerampe an jeder Stelle. Für die Bedienung des Wagens genügt ein Mann, die Öffnung der Seitenklappen erfolgt beim Kippen selbsttätig. Das Ladegewicht beträgt 7,5 t, die Bodenfläche des Kastens 7,2 qm.

Kastenkippwagen mit freien Lenkachsen (Abb. 2, Taf. XI). Der Wagen für 1000 mm Spur mit Kettenbremse hat 7,5 t Ladegewicht. Der Kasten ist mit Holz verschalt und innen mit Blech ausgeschlagen, die Seitenklappen werden beim Kippen selbsttätig geöffnet.

Selbstentladewagen für Kohlenbeförderung (Abb. 3, Taf. XI). Der Wagen ist vierachsig und mit vereinigter Handspindel- und Luftsaugebremse versehen. Das Ladegewicht beträgt 10 t, der Inhalt etwa 12 cbm.

—k.

2/5 gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Lokomotive der Erie Bahn, Bauart Cole.

(Railroad Gazette 1905, Juli, S. 37. Mit Abb.)

Die von den Schenectady-Werken gebaute Lokomotive ist der im vergangenen Jahre für die New-York-Zentralbahn gelieferten**) sehr ähnlich, doch ist das Gewicht um 2,4 t, die Triebachslast um 2,2 t vergröfsert. Der Raddruck der Triebräder ist dadurch auf 13,05 t gewachsen. Die günstigen Prüfungsergebnisse der Vierzylinder-Lokomotiven mit Kraft- und Massen-Ausgleich auf dem Versuchstande in St. Louis haben zu dieser Steigerung des Triebraddruckes ermutigt. Das gröfsere Gewicht der Erie-Lokomotive rührt davon her, dafs die Dampfzylinder um 305 mm weiter nach vorn gerückt sind und der Kessel um den gleichen Betrag verlängert ist.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	394 mm
	« Niederdruck d_1	660 «
	Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D		1981 «
Heizfläche innere H		308 qm
Rostfläche R		5,2 qm
Dampfüberdruck p		15,4 at
Heizrohre	Länge	5181 mm
	Durchmesser, äufserer	50,8 «
	Anzahl	388
Kleinster Kesseldurchmesser		1797 mm
Gewicht im Dienste: Triebachslast L_1		52,2 t
« « « im ganzen L		93,4 «
Inhalt des Tenders: Wasserbehälter		32,2 cbm
« « « Kohlenraum		14,5 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche $H:R$		59
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H:L$		3,3 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d_1^2 \cdot h}{D} 0{,}38\, p$		8500 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche $Z:H$		27,6 kg/qm
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht $Z:L$		91 kg/t
Zugkraft für 1 t Triebachslast $Z:L_1$		163 «

P—g.

*) Organ 1904, S. 290.

**) Organ 1905, S. 85.

2/4 gekuppelte Schnellzuglokomotive der London und Nordwest-Bahn.

(Engineer 1904, S. 360. Mit Abb.)

Für den schweren Schnellzugverkehr der London und Nordwest-Bahn werden nach den Entwürfen von G. Whale wieder gewöhnliche 2/4 gekuppelte Zwillingslokomotiven mit Innenzylindern gebaut, nachdem die Verbundanordnung dort nicht befriedigt hat. Die Heizfläche der neuen Lokomotiven beträgt 160 qm. Die Kuppelstangen haben trotz gedrängtester Anordnung der durch die Feuerkiste getrennten Triebachsen eine Länge von 3048 mm. Die gekröpfte Achse ist nach Webbscher Bauart hohl ausgeführt. Die Steuerung ist die Joysche.

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser d	482 mm
	Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D		2057 «
Heizfläche, innere H		160 qm
Rostfläche R		2,1 qm
Dampfüberdruck p		12 at
Heizrohre	Länge	3715 mm
	Durchmesser, äufserer	47 «
	Anzahl	309
Kleinster Kesseldurchmesser, äufserer		1511 mm
Gewicht im Dienste, Triebachslast L_1		38,6 t
« « « im Ganzen L		60 t
Inhalt des Tenders, Wasserbehälter		13,6 cbm
« « « Kohlenraum		6,1 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche $H:R$		76
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H:L$		2,7 qm
Zugkraft $Z = \frac{d^2 h}{D} 0{,}5\, p$		4480 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche $Z:H$		28 «
« « 1 t Dienstgewicht $Z:L$		75 «
« « 1 t Triebachslast $Z:L_1$		116 «

S—n.

Technische Litteratur.

Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik von Dr.-Ing. Otto Mohr, Geheimer Rat und Professor. Berlin 1906, W. Ernst und Sohn.

Der Verfasser, der zu den bahnbrechenden Verfassern höchster Bedeutung auf dem Gebiete der Mechanik gehört, hat sich entschlossen, die grofse Zahl von Einzelabhandlungen, die er im Laufe seiner langen erfolgreichen Tätigkeit als Lehrer der Mechanik und Ingenieur für die Veröffentlichung in Zeitschriften verfafst hat, und die eine der wichtigsten Grundlagen für die anerkannte Höhe der wissenschaftlichen Entwickelung der Mechanik im Sinne der Befriedigung der Bedürfnisse des Ingenieurwesens bilden, nun einheitlich und folgerichtig zusammenzufassen, so dafs aus ihnen nun ein auf höchster Stufe stehendes und dabei doch leicht zugängliches Lehrbuch der technischen Mechanik geworden ist.

Für den ganzen Stand der Ingenieure ist es von gröfster Bedeutung, dafs der berühmte Verfasser die Zeit seiner wohlverdienten Mufse nun dieser zusammenfassenden Tätigkeit widmet, es ist so ein Werk entstanden, das ebenso geeignet ist, den jungen Anfänger in diesen wichtigsten Teil der wissenschaftlichen Grundlagen des Ingenieurfaches leicht, aber mit umfassender Gründlichkeit einzuführen, wie den fertigen Ingenieur bei der Erweiterung und Verallgemeinerung seines Überblickes über die geistigen Waffen seines Faches zu unterstützen. Das Werk kann das Bedürfnis des Ingenieurs nach wissenschaftlicher Vertiefung für alle Stufen seiner Entwickelung befriedigen, zumal das Vorwort die demnächstige Herausgabe einer Sammlung von Übungsaufgaben im Anschlusse an die Lehren dieses Werkes in Aussicht stellt.

An dieser Stelle ist es leider unmöglich, auf alle Vorzüge im einzelnen einzugehen; betonen wollen wir aber, dafs der Leser alle die ganz neue Wege öffnenden und grundlegenden Betrachtungen des Verfassers, so über die Formänderungen und Verschiebungen des Fachwerkes, über das Flächenmoment, über die Beziehungen zwischen Elastizität und Bruch, über die Nebenspannungen in abgeklärter, vereinheitlichter und unter gemeinsame Gesichtspunkte gebrachter Form wiederfindet, und zwar in so einfacher und durchsichtiger Darstellungsweise, dafs die Aneignung des Inhaltes des Werkes so leicht erfolgt, wie bei sehr wenigen anderen Büchern.

Wir brauchen hiernach nicht mehr hervorzuheben, wie sehr wir das Werk zu allgemeinster Benutzung in Lehre und Berufstätigkeit empfehlen, danken wollen wir dem Verfasser aber, dafs er unsern technischen Bücherschatz um eine solche Perle der Wissenschaftlichkeit, Einfachheit und Klarheit bereichert hat.

Praktische Gesteinskunde für Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure, Studierende der Naturwissenschaft, der Forstkunde und Landwirtschaft von Professor Dr. F. Rinne, Technische Hochschule, Hannover. Zweite vollständig durchgearbeitete Auflage. Hannover 1905. Dr. M. Jänecke.

Mit unermüdlichem Eifer verfolgt der Verfasser das selbstgesteckte Ziel, die Ergebnisse orographischer, petrographischer und oryktognostischer Forschungen, die lange Zeit nur theoretisch behandelt, in wissenschaftlichen Werken gewissermafsen geschlummert haben, zum Eintritt in die Welt der Tatsachen zu erwecken, und so bei den Schichten der Techniker diejenigen Kenntnisse unmittelbar zugänglich zu machen, deren sie zu richtiger Auswahl der Naturschätze für bestimmte Zwecke, zu richtiger Behandlung des gewählten und zur Bekämpfung der Hindernisse bedürfen, welche die Beschaffenheit der Erdrinde dem Menschenwerke, insbesondere den Verkehrsbauten, entgegensetzt.

Ausgehend von den Eigenschaften, welche die Erdrinde in ihren Teilen durch ihre Entstehungsart angenommen hat, stellt der Verfasser unter Heranziehung des Stoffes aus allen Teilen der Erde und durch Verwertung der Hülfsmittel der Photographie und des Mikroskopes auf physikalisch-chemischer Grundlage fest, was man von den verschiedenen Bildungen auf Grund ihrer Eigenart erwarten darf, und welche Erscheinungen man zu fürchten hat, wenn man die natürlich gegebenen Umstände nicht in das richtige Verhältnis zu dem erstrebten technischen Zwecke zu setzen versteht.

Bei der Untersuchung der aus der Entstehung hervorgegangenen Eigenschaften bleibt der Verfasser jedoch nicht stehen, auch die heute im Gange befindlichen Umbildungen durch fliefsendes, fallendes und dampfförmiges Wasser, durch Wind, Sonne, Frost, Gletscherbildung mit ihren weitgehenden Folgen werden eingehend erörtert, um dem Techniker in alten, wie in neuen Bildungen den Weg richtiger Beurteilung der Verhältnisse zu weisen. Dafs der Verfasser auf diesem Wege selbst schon weit vorgedrungen ist, hat er uns schon an anderer Stelle bewiesen*), die Gediegenheit und dabei reizvolle Darstellung seiner Untersuchungen erleichtern die Nachfolge, und so können wir dem fertigen wie dem angehenden Techniker der verschiedensten Gebiete die ausgiebige Benutzung des Buches dringend empfehlen. Mag es sich um die Wahl haltbarer Baustoffe, um die richtige Einfügung einer Verkehrslinie in das Gelände, oder um die sichere Anlage einer Stein- oder Erz-Gewinnungsstelle handeln, immer wird man bei der Verwertung des reichen Inhaltes des Werkes seine Rechnung finden.

Geschäfts-Berichte und statistische Nachrichten von Eisenbahn-Verwaltungen.

Jahres-Bericht über die Staatseisenbahnen und die Bodensee-Dampfschiffahrt im Grofsherzogtum Baden für das Jahr 1904. Im Auftrage des Ministeriums des Grofsherzoglichen Hauses und der auswärtigen Angelegenheiten herausgegeben von der Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen, zugleich als Fortsetzung der vorgegangenen Jahrgänge 64. Nachweisung über den Betrieb der Grofsherzoglich Badischen Staatseisenbahnen und der unter Staatsverwaltung stehenden Badischen Privat-Eisenbahnen. Karlsruhe, Chr. Fr. Müller. 1905.

*) Organ 1905. S. 256.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 3. Heft. 1906.

Nachruf.

August von Borries †.

Am 14. Februar ist der Geheime Regierungsrat Professor A. von Borries, Ehrenritter des Johanniterordens, in Meran einem längern Leiden erlegen, das ihn zwang, während der rauhen Wintermonate den Süden aufzusuchen, dort aber unerwartet schnell und wider menschliches Ermessen das Ende eines Mannes herbeigeführt hat, der zu den festesten Stützen der deutschen Maschinentechnik gehörte, dessen Ruf über alle Länder verbreitet ist, und dessen Tod neue Lücken in die verschiedensten Arbeitsgänge reifst; insbesondere verliert das »Organ« in ihm einen der bedeutendsten Mitarbeiter, die es je besafs.



A. von Borries ist am 27. Januar 1852 zu Niederbecksen im Kreise Minden als Sohn des Premier-Leutnants und Kreis-Amtmannes F. W. von Borries geboren, seine technische Ausbildung erhielt er an der Gewerbeakademie in Berlin bis Juli 1873; er genügte dann seiner Militärpflicht im damaligen Eisenbahn-Regimente, trat Oktober 1874 in den Dienst der Bergisch-Märkischen Eisenbahn-Gesellschaft, von Januar 1875 bis März 1876 in den der Direktion Hannover als Maschineningenieur, und legte 1877 die Lokomotivführerprüfung ab. Nach Bestehen der zweiten Staatsprüfung im Dezember 1879 zum Regierungs-Maschinenmeister ernannt, bekleidete er nacheinander die Stellen als Vorstand der Lokomotivstation Hannover bis April 1881, als Vorstand der Werkstätte Lingen bis Mai 1881, als Vorstand des Konstruktionsbureaus des maschinentechnischen Bureaus der Direktion Hannover bis April 1885, als Maschineninspektor bei der Hauptwerkstätte Leinhausen bis Juli 1888, und dann als Vorstand des maschinentechnischen Bureaus der Direktion Hannover. Am 4. Februar 1887 zum Eisenbahn-Bauinspektor ernannt, übernahm er nach dem Tode des Ober- und Geheimen-Baurates Funk 1889 die Mitarbeiterschaft am maschinentechnischen Teile des »Organ«, besuchte 1891 die elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M. im Auftrage des preufsischen Ministers der öffentlichen Arbeiten und ging noch in demselben Jahre mit dem inzwischen verstorbenen Geheimen Baurate Büte nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika, um das dortige Eisenbahnwesen kennen zu lernen. Das Ergebnis dieser Reise, das Werk »Die Nordamerikanischen Eisenbahnen in technischer Beziehung«*), bildet eine meisterhafte Darstellung dieses ganz selbständig entwickelten Eisenbahn-Gebietes, es ist eines der ersten, die die bis dahin recht ungenügenden Nachrichten über die nordamerikanischen Bahnen vervollständigten, viele verworrene Schilderungen klärten, und Mängel aufdeckten, vor allem aber die grofsen drüben entwickelten Vorteile sachkundig beleuchteten und für unsere Verhältnisse nutzbringend gestalteten.

1892 wurde Herrn v. Borries der grofse Preis des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für seine Verdienste um die Einführung der Verbundwirkung bei Lokomotiven zu Teil, und schon 1893 erhielt er als Mitglied des internationalen Preisgerichtes der Weltausstellung in Chicago reiche Gelegenheit, seine Erforschung des ausländischen, insbesondere des amerikanischen Eisenbahnwesens zu ergänzen.

Am 13. Januar 1894, soviel bekannt, als erster preufsischer Maschinentechniker zum Regierungs- und Baurate er-

*) 1892 bei C. W. Kreidel in Wiesbaden erschienen.

nannt, wurde er am 1. April 1895 Vorstand der neu gebildeten Eisenbahn-Maschineninspektion Hannover, dann am 1. April 1896 maschinentechnisches Mitglied der Königlichen Eisenbahn-Direktion Hannover, in welcher Stellung er nacheinander verschiedene Dezernate verwaltete, auch regelmäfsig an den Sitzungen des Lokomotiv-Ausschusses der preufsischen Staatsbahnen und des Technischen Ausschusses des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen teilnahm. 1897 übernahm er das Amt eines Beisitzers im Vorstande des Vereines deutscher Ingenieure, wurde 1899 als »Kurator« dieses Vereines erwählt, und das Jahr 1900 fand ihn wieder unter der Zahl der Preisrichter der Weltausstellung in Paris. Seit 1895 beteiligte er sich mit Barkhausen und Blum an der Herausgabe der »Eisenbahntechnik der Gegenwart«, für die den Dreien im Jahre 1900 einer der Preise des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen erteilt wurde. Auch erhielt er im Jahre 1896 mit den Hinterbliebenen Büte's einen Preis für das oben bezeichnete Werk. Am 2. Juni 1902 war v. Borries als Geheimer Regierungsrat und Professor für Eisenbahn-Maschinenwesen an die Königliche Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg berufen. 1905 erwählte ihn der Verein deutscher Ingenieure als Leiter der Bearbeitung eines »Lehrbuches über den Lokomotivbau« in Verbindung mit Professor Dr. Sommerfeld in Aachen und Dipl.-Ing. Berner in Berlin, wozu ein namhafter Betrag zur Verfügung gestellt wurde. In seiner Stellung als Hochschullehrer hat er anregend und fördernd bei den Vorarbeiten zu der Lokomotiv-Prüf-Anstalt in Grunewald mitgewirkt, die jetzt in der Ausführung begriffen, ihrem Meister nun nicht mehr als Forschungsmittel dienen soll.

Durch Erteilung preufsischer und ausländischer Orden wurde sein Wirken wiederholt anerkannt und geehrt. Der Verein deutscher Lokomotivführer ernannte ihn zu seinem Ehrenmitgliede.

Obwohl nun schon aus dieser nüchternen Aufzählung der wichtigsten Ereignisse und Stufen des Lebenslaufes August von Borries eine ungewöhnlich umfassende und reiche Betätigung eines hervorragenden Geistes spricht, so gibt sie doch von seiner wahren Bedeutung nur ein Teilbild. Denn neben seiner überaus erfolgreichen Tätigkeit als Beamter läuft ein reich gesegnetes Wirken an der Förderung seines Arbeitsgebietes durch völlig selbständige wissenschaftliche Arbeiten und an daraus entsprungenen bahnbrechenden Erfindungen und Verbesserungen her, das den gröfsern und gewichtigern Teil der Bedeutung von Borries' bildet.

Die Leser des »Organ« kennen die Fortschritte, die wir seinen Arbeiten verdanken, Zahl und Umfang seiner Veröffentlichungen sind so grofs, dafs es ganz unmöglich sein würde, hier einen einigermafsen erschöpfenden Abrifs davon zu liefern; so wollen wir uns denn auf die Nennung einiger der wichtigsten von ihm geförderten Dinge beschränken.

Schon als ganz junger Regierungsbaumeister erkannte er seit 1880, ausgehend von der Beurteilung der Mallet-Lokomotive, die hohe Bedeutung der mehrstufigen Dampfdehnung auch für die Lokomotive, deren gedrängten Bau und bewegliche Anordnung man für ungeeignet für diese Dampfausnutzung hielt. von Borries hat das für richtig Erkannte mit eiserner Zähigkeit und dem Geschicke eines wahren Schöpfers verfolgt und verwirklicht, schnell erwuchsen den seinen gleiche Bestrebungen auf allen Seiten, und so konnten schon 1880 die beiden ersten deutschen Verbundlokomotiven bei Schichau in Elbing gebaut werden, die freilich nur kleine Omnibus-Lokomotiven und daher wenig geeignet waren, den vollen Wert der Neuerung in die Erscheinung treten zu lassen. Durch längere Jahre brachte das »Organ« regelmäfsig von von Borris selbst aufgestellte Übersichten über die allmälige Verbreitung der Verbundbauart.

Als nun aber mit der Zunahme der Lokomotiven mit zweistufiger Dampfdehnung an Zahl und Leistungsfähigkeit die Schwierigkeit des Anfahrens auftrat, war es wieder von Borries, der von 1884 an mit der Förderung dieser Frage hervortrat, ein Streben, das die fruchtbringende Verbindung mit dem auf demselben Gebiete tätigen Ober-Maschinenmeister der englischen grofsen Ostbahn Worsdell (1885) und bald darauf mit dem Zivilingenieur Lapage in London zur Folge hatte. Es ist bekannt, dafs die Anfahrvorrichtung eine lange Entwickelungsgeschichte durchzumachen hatte, in der namentlich die Eisenbahn-Maschinentechnik des Gebietes des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen mit einer grofsen Zahl bewährter Namen vertreten ist.

In neuerer Zeit war von Borries mit vielen Fachgenossen, von denen wir namentlich de Glehn, Lindner, Gölsdorf, Vauclain nennen, bemüht, die Schwierigkeiten zu überwinden, die sich der geforderten Mehrleistung der Lokomotiven mit Verbundwirkung in zwei Zylindern wegen der Raumbeschränkung entgegenstellten, indem die Arbeitserzeugung in vier Zylinder gelegt wurde. Die so erfolgende Vermehrung der bewegten Teile führte dann auch zu den Mafsnahmen, die neuerdings getroffen sind, um bei dem Ausgleiche der hin- und hergehenden Massen ohne Gegengewichte, also ohne freie Fliehkräfte auszukommen und die wieder die unentbehrliche Grundlage für die Erreichung der jetzt geforderten Geschwindigkeit bilden. Auch auf diesen Gebieten stand von Borries in der vordersten Reihe des Fortschrittes.

In den letzten Jahren wurde seine Sachkunde zur Förderung der Schnellfahrversuche bei elektrischen Betrieben herangezogen.

Gedenken wir nun nach dieser Erwähnung der allerwichtigsten Gegenstände seiner Arbeit auch der Art, wie er arbeitete, so stechen namentlich drei Züge hervor: eine überaus klare Zielerkenntnis, die ihn von vorn herein richtige Wege einschlagen lehrte, eine bewundernswerte Einfachheit in der Wahl der theoretischen Hülfsmittel, die ihn davor schützte, über der Behandlungsweise den Gegenstand selbst aus dem Auge zu verlieren, und die unbedingte und meisterhafte Wahrung steten Zusammengehens der tatsächlichen Beobachtung mit der theoretischen Erwägung, die den Versuch für ihn zu einem besonders wirksamen Mittel des Fortschrittes gestaltete. In seinen Werken findet sich fast nie eine verwickelte Formel, es ist aber bewundernswert, welchen Gehalt an Bedeutung er der einfachsten Formel zu geben weifs, sie wird in seiner Hand zu einem machtvollen Werkzeuge.

Dafs ein Mann von solcher Art der geistigen Betätigung berufen war, den höchsten Zielen zuzustreben und sie zu erreichen, ist nur natürlich, nun hat ein tückisches Leiden und der schnelle Tod die deutsche Technik des reichen Frucht-

segens beraubt, der der Arbeit der reifsten Mannesjahre **August von Borries'** noch hätte entspriefsen sollen. Der Geist deutscher Wissenschaft und Technik steht trauernd gebeugten Hauptes an seiner Gruft.

Das sind die Züge, die ihn als schaffenden Mann kennzeichnen.

Nicht minder hoch stellten ihn seine menschlichen Eigenschaften. Als liebender Gatte und Vater, als treuer Freund, als stets sachlich denkender und handelnder Arbeiter und als wohlmeinender Berater und Vorgesetzter ist er ein Vorbild edler Menschlichkeit. Die Lebendigkeit seiner Darstellungsweise in Verbindung mit einer ruhigen meisterhaften Rede, erweckte bei Jedermann sofort den Eindruck grofser Vertiefung und völligster Verläfslichkeit.

So ist denn der Allerbesten einer schnell und unerwartet aus unserm Kreise geschieden; die Reihen schliefsen die Lücke, aber noch lange Zeit werden alle, die mit und neben ihm zu wirken berufen waren, das Bewufstsein bewahren, wie stark die Hülfe war, die er ihnen bot, und welche Stütze sie an ihm verloren haben.

Ehrendes Andenken wird dem schöpferischen Geiste, dem ehrenfesten Manne und dem edlen Menschen bewahrt werden. Sein Name wird dauernd mit der Wissenschaft und Technik verbunden bleiben. G. Barkhausen.

Versuche zur Ermittelung des Bewegungswiderstandes einer 2/4 gekuppelten Zwillings-Lokomotive.

Von Dr. **Hefft**, Regierungsbaumeister in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XIV.

Im Winter 1902/03 wurden von der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen auf den Strecken Offenburg-Freiburg und Mannheim-Schwetzingen-Karlsruhe Versuchsfahrten mit Sonderzügen ausgeführt, bei denen Dampfdruckschaulinien aufgenommen und die am Tenderzughaken ausgeübten Zugkräfte gemessen wurden. Aus dem Unterschiede der aus dem Dampfdrucke berechneten und der gemessenen Zugkraft wurde der Bewegungswiderstand der Lokomotive mit Tender nach dem Barbierschen Verfahren ermittelt*).

Die Sonderzüge wurden von einer 2/4 gekuppelten Zwillingslokomotive der Gattung IIc befördert. Die Lokomotive ist mit Windschneidern an der Rauchkammer und am Führerhause ausgerüstet, sonst hat sie dieselben Hauptabmessungen, die bei *Beschreibung***) einer ältern Lieferung angegeben sind. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 47,43 t, das Gewicht des vierachsigen Tenders betrug bei den Versuchen je nach dem Bestande der Vorräte 25 bis 35 t.

Der Zustand des Triebwerkes ist von erheblichem Einflufs auf den Laufwiderstand einer Lokomotive***). Für die Beurteilung der Versuchsergebnisse dürfte deshalb der nachstehende Auszug aus der Chronik von Wert sein, in welchem die letzten am Trieb- und Laufwerke der Versuchslokomotive ausgeführten Unterhaltungsarbeiten angegeben sind.

Zusammenstellung I.

Tag	Ausgeführte Arbeiten	Seit Lieferung zurückgelegte Kilometer
9. VIII. 1900	Indienststellung der neuen Lokomotive	—
16. V. 1901	Lauf- und Triebräder abgedreht . .	—
24. IX. 1902	Exzenter, Achs- und Stangenlager ausgegossen, Regler- und Dampf-Schieber abgerichtet, Kolbenringe erneuert	—
1. XII. 1902	Kurbellager nachgearbeitet	247403
16. XII. 1902	Versuchsfahrt Nr. 1	260668
25. II. 1903	„ „ 15	273048

Dampfspannung-Schaulinien wurden nur auf einer Lokomotivseite mit der in Abb. 1 bis 3, Taf. XIV dargestellten Vorrichtung aufgenommen. Diese sitzt auf einem Hahnstutzen, der die Anschlufsrohre beider Zylinderseiten vereinigt; durch den mit Winkelbohrung versehenen Hahnreiber kann die Verbindung mit beiden Rohrzweigen abwechselnd hergestellt werden. Der Antrieb wird vom Kreuzkopfe aus durch ein Storchschnabelgestänge vermittelt, das sich trotz seiner Vielteiligkeit auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten gut bewährt hat. Der tote Gang dieses Gestänges, der sich durch das Ausschlagen der Gelenkverbindungen vergröfsert, kann durch Anwendung einer Rückziehfeder unschädlich gemacht werden Die Antriebschnur ist sehr kurz gehalten; lange Schnüre geraten durch den unruhigen Lauf der Lokomotive in Schwingungen, die sich auf die Papiertrommel übertragen.

Die Trommel des Schaulinienzeichners nach Thompson Nr. II. 1900, von Schäffer und Budenberg kann auf ihrer Achse verschoben werden, sodafs es möglich ist, auf einem Papierstreifen drei Schaulinienpaare unter einander aufzuzeichnen (Abb. 4, Taf. XIV). Eine Anhaltevorrichtung an der Trommel macht die Anordnung einer besondern Ausrückvorrichtung im Antriebsgestänge entbehrlich, und beim Aufziehen eines neuen Blattes während der Fahrt braucht die Antriebschnur nicht ein- und ausgehängt zu werden.

Das Geländer, welches den für die Aufnahme von Schaulinien nötigen Raum auf dem Umlaufbleche umgrenzte, war aus Flach- und Formeisen hergestellt und mit Dachleinwand verkleidet, sodafs es dem Beamten Schutz gegen Regen und Wind gewährte.

*) Revue générale d. chem. d. fer Nr. 3, März 1898.

**) Organ 1896, S. 41.

***) Rolf Sanzin, Versuche über den Eigenwiderstand von Eisenbahnzügen. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1903, S. 649.

Die Versuchszüge waren in allen Fällen ausgelastet, da sie in erster Linie zur Bestimmung der Lokomotivleistung durch Belastungsproben für verschiedene Fahrzeiten dienten. Das Gewicht, die Zusammensetzung und die Länge derjenigen Versuchszüge, bei welchen Dampfschaulinien aufgenommen wurden, ist aus Zusammenstellung II zu ersehen.

Zusammenstellung II.

Versuchs-fahrt Nr.	Tag	Wagen: zweiachsiger Versuchswagen	Wagen: vierachsige (Personen- und Gepäck-Wagen)	Wagen: zweiachsige (Personen- und Gepäck-Wagen)	Güter-Wagen	Belastung des Zuges: Wagenzug Achsen	Wagenzug Gewicht t	Lokomotive und Tender Gewicht t	Ganzer Zug Gewicht t	Länge des Zuges m
1	16. XII. 1902	1	—	22	—	46	326,7	80,5	407,2	271
3	17. „ „	1	7	1	—	32	229,9	80,3	310,2	147
5	18. „ „	1	—	1	19	44	387,6	79,8	467,4	—
7	19. „ „	1	—	1	25	55	465	78,4	543,4	230,5
15	25. II. 1903	1	10	1	—	44	311	80.9	391.9	211
16	26. „ „	1	8	1	—	36	252	80,2	332,2	176,5
17	27. „ „	1	6	1	—	28	197,4	79,6	277,0	143

Der Versuchswagen wurde als erster hinter dem Tender eingestellt. Die Einrichtung des Zugkraftmessers ist dieselbe wie in dem Versuchswagen der bayerischen Staatseisenbahnen.

Zusammenstellung III enthält Angaben über die Versuchstrecken, die Fahrgeschwindigkeiten und über die Witterungs- und Wärme-Verhältnisse.

Zusammenstellung III.

Versuchs-fahrt Nr.	Versuchstrecke	Fahrzeit in Minuten mit Aufenthalt	Fahrzeit in Minuten ohne Aufenthalt	Mittlere Fahrgeschwindigkeit ohne Aufenthalt km/St	Witterung	Wärme ° C.	Windrichtung und Stärke
1	Offenburg—Freiburg 62,9 km	97,5	72,6	52	trocken	—	Windstill.
3	„ „ „ „	94,3	61.0	61,8	feucht	—	Teilweise mäfsiger Gegenwind.
5	„ „ „ „	97,5	83,8	45	Regen	—	Teilweise kräftiger Seitenwind.
7	„ „ „ „	92,7	89.5	42.1	feucht	+ 6°	Mäfsiger Gegenwind.
15	Mannheim—Karlsruhe 6,06 km	70,7	68.2	53,2	trocken	+ 7 bis + 12°	Mäfsig bewegte Luft.
16	„ „ „ „	60,2	56,8	64.0	Regen	+ 11 bis + 16°	Mäfsiger Gegenwind.
17	„ „ „ „	55,6	53,8	67,3	trocken	+ 11 bis + 16°	„ „

Der Aufenthalt in einer Zwischenstation mufste aus fahrdienstlichen Rücksichten vorgesehen werden.

Die Dampfdruckschaulinien wurden nur während der Fahrt in geraden Strecken aufgenommen. Sobald der Zug in einen auch hinsichtlich seiner Steigungsverhältnisse geeigneten Streckenabschnitt eingelaufen war, wurde mit der Lokomotivpfeife ein Ankündigungsignal gegeben, welchem das Ausführungssignal zur Aufnahme der Schaulinien folgte. Dieses wurde mit einem Läutewerke gegeben, dessen Glocken, die eine am Schaulinien-Zeichner, die andere am Zugkraftmesser im Versuchswagen durch Schliefsen eines Stromkreises auf dem Führerstande gleichzeitig zum Ertönen gebracht werden konnten. Bei den sieben Versuchsfahrten wurden 289 Schaulinienpaare aufgenommen; aus 262, die sich zur Untersuchung eigneten, wurde der Dampfdruck bestimmt. Einschliefslich des Aufziehens eines Papierstreifens beanspruchte die Aufnahme von drei Schaulinienpaaren durchschnittlich eine Zeit von 90 Sekunden. Hierzu sind etwa 45 Einzelhandlungen, wie Ein- und Ausrücken der Trommel, Hahnstellungen, Aufziehen und Beziffern des Papierstreifens, Schreiben der Schaulinien erforderlich. Um die Übereinstimmung der Nummern für die Dampf- und Zugkraft-Schaulinien mit den Aufzeichnungen des Versuchsleiters über die Streckenabschnitte aufrecht zu erhalten, wurden die Nummern durch Aufstecken von Nummerntafeln am Führerhause ausgegeben.

$\mathfrak{Z}i$ sei die aus der Schaulinie ermittelte Kolbenkraft der Lokomotive bezogen auf den Triebradumfang,

F_1 und F_2 der Zylinderquerschnitt } vor und hinter
p_1 und p_2 die indizierte Dampfspannung } dem Kolben,

h der Kolbenhub,

R der Laufkreishalbmesser des Triebrades, so ist:

Gl. 1) . . . $\mathfrak{Z}i = 2\,(F_1\,p_1 + F_2\,p_2)\,\frac{h}{2\,\pi\,R}$.

Die am Zughaken des Tenders geleistete Zugkraft $\mathfrak{Z}e$ wird aus den Schaulinien des Zugkraftmessers (Abb. 4, Taf. XIV) ermittelt. Der wellenförmige Verlauf der Schaulinie zeigt, dafs die Zugkraft stark veränderlich ist. Die Anzahl der Wellen ist der Anzahl der Triebradumdrehungen gleich, woraus hervorgeht, dafs diese Ungleichförmigkeit eine Folge des Zuckens der Lokomotive ist. Bei 6,456 m Triebradumfang und 2,056 m Laufkreisdurchmesser entfallen auf 2 0 m des von der Lokomotive zurückgelegten Weges 31 Radumdrehungen. Ebensoviel Wellenberge zählt man zwischen zwei 40 mm voneinander entfernten Höhen des Zugkraftmesserstreifens. Der



Abstand zweier Punkte in der Reihe am untern Rande des Streifens ist 10 mm und entspricht einem zurückgelegten Wege von 50 m, der Abstand von 40 mm also einem Wege von 200 m.

Die Punkte in der ersten Reihe am obern Rande des Streifens bezeichnen in der Regel diejenigen Punkte der Versuchstrecke, an welchen die Signale zur Aufnahme der Schaulinien gegeben wurden. Daneben aber wurden auch in derselben Reihe bei der Durchfahrt die Stationsmitten und in gröfseren Abständen einzelne Kilometersteine angezeichnet, die als Ausgangspunkte für die Ortsbestimmung auf dem Streifen dienten. Die Punkte sind mit einer Vorrichtung gestochen, die am Zugkraftmesser angebracht ist und durch Druck auf einen der Stromschliefser in der elektrischen Leitung von verschiedenen Punkten des Wagens aus betätigt werden kann. Mit der Ausführung dieser Anzeichnungen war ein Beamter betraut, welcher gleichzeitig den Zugkraftmesser zu überwachen hatte.

Die Punkte der zweiten Reihe rühren von den Stichen eines elektromagnetischen Sekundenschreibers her, dessen Stromkreis jede Sekunde durch ein Uhrwerk geschlossen wird. Bei den Versuchsfahrten war in diesen Stromkreis noch eine Leitung eingeschaltet, welche zu einem Stromschliefser am Spannungs-Zeichner führte; diese wurde erst geschlossen, wenn der Hahn zur Aufnahme der Schaulinien geöffnet wurde, sodafs durch die Reihe von Sekundenpunkten das Stück der Zugkraftschaulinie bezeichnet ist, welches während der Aufnahme der beiden Dampfschaulinien entstand. Bei den ersten Versuchsfahrten war der Stromschlufs durch Einschaltung einer weitern Unterbrechung noch von der Stellung des Schreibzeuges abhängig gemacht, sodafs der Sekundenschreiber nur in Tätigkeit kommen konnte, wenn der Hahn des Spannungs-Zeichners offen war und gleichzeitig auch das Schreibzeug angestellt wurde. Da aber zum Schreiben einer Schaulinie oft nur ein Bruchteil einer Sekunde erforderlich ist, so kam die Anzeichnung häufig gar nicht zu Stande. Eine Änderung der Schreibvorrichtung am Zugkraftmesser war nicht zulässig. Man begnügte sich deshalb mit der zuerst beschriebenen einfachern Anordnung mit nur einer Stromunterbrechung am Spannungs-Zeichner und nahm an, dafs das zur Dampfschaulinie gehörende Stück der Zugkraft-Schaulinie mit dem ersten Sekundenstich beginnt und entsprechend der zum Anhalten der Trommel und der zum Schliefsen des Hahnes erforderlichen Zeit 2 bis 3 Sekunden vor dem letzten Stiche endigt.

Die Punkte der dritten Reihe werden in Zwischenräumen von je 10 Sekunden gestochen; ihr Abstand gibt im Mafsstabe des Papiervorschubes von 10 mm auf 50 m den in dieser Zeit zurückgelegten Weg an, ist also ein Mafs für die mittlere innerhalb dieses Zeitraumes herrschende Fahrgeschwindigkeit. Trägt man den Abstand zweier Punkte dieser Reihe auf ihrem Mittellote von der Nullinie ab auf und verbindet die so gewonnenen Punkte, so erhält man die Geschwindigkeit-Schaulinie. Diese schneidet die senkrechten gestrichelten Linien, welche die Abschnitte der Zugkraftschaulinie begrenzen, in den Höhen v und $v_0^{\,\mathrm{m/Sek.}}$, deren Mittelwert $\frac{v + v_0}{2}^{\mathrm{m/Sek.}}$ den Angaben der Fahrgeschwindigkeit in der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse zu Grunde gelegt ist. Aus dem Abstande der Höhen v und v_0 erhält man durch Vergleich mit der Zeitpunktreihe III die Zeit $z^{\mathrm{Sek.}}$ und aus dem Bruche $\frac{v - v_0}{z}$ die während der Aufnahme der Schaulinien erfolgte Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit.

Aus den zwischen den gestrichelten Höhen liegenden Abschnitten der Zugkraft-Schaulinie wurde durch Planimetrieren die mittlere während der Aufnahme der Dampfschaulinien ausgeübte Zugkraft $\mathfrak{Z}e$ ermittelt.

Der Unterschied der durch den Spannungszeichner und den Kraftmesser bestimmten Zugkraft ist der Eigenwiderstand der Lokomotive in einem bestimmten Streckenabschnitte und für eine bestimmte Geschwindigkeit. Er beträgt bei G Gewicht der Lokomotive und des Tenders:

$$\text{Gl. 2)} \quad \ldots \quad w_1^{\mathrm{kg/t}} = \frac{\mathfrak{Z}i - \mathfrak{Z}e}{G}.$$

Aus w_1 ergibt sich nach Abzug des Bahnsteigungs- und des Beschleunigungs-Widerstandes der Widerstand $w^{\mathrm{kg/t}}$ der Lokomotive für den Lauf in der wagerechten Geraden. Krümmungswiderstand kommt nicht in Betracht, da die Schaulinien nur während der Fahrt in geraden Strecken aufgenommen sind. Ist die Bahnsteigung $s^{\mathrm{mm/m}}$, so ist in der Steigung der Widerstand, im Gefälle die fördernde Kraft $s^{\mathrm{kg/t}}$. Beträgt die Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit $\tau^{\mathrm{m/Sek.^2}}$, so ist bei zunehmender Geschwindigkeit die hemmende Wirkung und bei abnehmender Geschwindigkeit die treibende Wirkung der Masse bei $g = 9{,}81^{\mathrm{m/Sek.^2}}$ Erdbeschleunigung $\frac{1000}{g} \cdot \tau = \varphi^{\mathrm{kg/t}}$, also

$$\text{Gl. 3)} \quad . \quad \varphi^{\mathrm{kg/t}} = \frac{1000}{g^{\mathrm{m/Sek.^2}}} \cdot \frac{v^{\mathrm{m/Sek.}} - v_0^{\,\mathrm{m/Sek.}}}{z^{\mathrm{Sek.}}}.$$

Aus den vorstehenden Werten ergibt sich

$$\text{Gl. 4)} \quad . \quad w^{\mathrm{kg/t}} = \frac{\mathfrak{Z}i^{\mathrm{kg}} - \mathfrak{Z}e^{\mathrm{kg}}}{G^{\mathrm{t}}} - s^{\mathrm{mm/m}} - \varphi^{\mathrm{kg/t}}.$$

In umstehender Zusammenstellung IV sind die einzelnen Glieder dieser Gleichung aus den Ergebnissen der Versuchsfahrt 17 beispielsweise aufgeführt.

Die für den Laufwiderstand in Spalte 10 gefundenen Werte sind für alle Versuchsfahrten als Höhen in einem Achsenkreuze mit den Fahrgeschwindigkeiten als Längen aufgetragen. Die oberen und unteren Werte für dieselbe Geschwindigkeit unterscheiden sich um 3 bis 5 kg/t (Abb. 5, Taf. XIV). Dieser Unterschied ist einerseits begründet in der Veränderlichkeit des Laufwiderstandes, welcher abhängig ist von Stärke und Richtung des Windes, von der rollenden Reibung zwischen Schiene und Rad, welche sich mit der Beschaffenheit und dem Erhaltungszustande des Gleises ändert, sowie von der Lagerreibung in den Triebswerksteilen, welche von der Wärme, dem Erhaltungszustande und der Dauer der einer Fahrt vorangegangenen Betriebspause abhängt*). Anderseits erklärt sich der Unterschied aus der Ungenauigkeit des Mefsverfahrens. Der

*) Rolf Sanzin, Versuche über den Eigenwiderstand von Eisenbahnzügen. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1903, S. 649.

Zusammenstellung IV.

Versuchsfahrt	Schaulinie	Geschwindigkeit	Zugkraft		Zi—Ze	Gewicht der Lokomotive mit Tender	Bahnneigungswiderstand	Beschleunigungswiderstand	Laufwiderstand
Nr.	Nr.	km/St	Zi kg	Ze kg	kg	G t	s kg t	ν kg t	w kg t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	1	75	2600	1485	1115	81,55	+0	—2,40	11,3
	2	75,5	2580	1588	992	—	±0	—	12.2
	3	76,5	2560	1540	1020	-	±0	—	12,5
	4	73,5	2360	1380	980	—	±0	— 4,90	7,1
	5	74,5	2300	1295	1005	—	±0	—3.60	8,7
	6	76	2310	1320	990	—	±0	—	12,1
	7	73	1930	1190	740	—	+0	—	9,1
	8	75,5	1740	985	755	—	+ 1.60	—	10,9
	9	75,5	1550	865	685	—	+1,60	—	10,0
	10	75.5	3010	1825	1185	—	±0	— 2.50	12,0
	11	75,5	2880	1740	1140	—	+0	—3,00	11,0
	12	75.5	2870	1710	1160	—	±0	—3.10	11,1
	13	83.5	2200	1220	980	—	±0	—	12.0
	14	84	2240	1220	1020	—	±0	—	12,5
	15	84,5	2220	1190	1030	—	+0	—	12,6
	16	81,6	2240	1215	1025	—	+0	—	12.6
	17	81,6	2220	1270	950	—	+0	—	11.6
	18	81,6	2170	1250	920	—	±0	—	11.3
	19	83	2220	1260	960	—	— 1.22	+ 2,00	12,6
	20	82	2325	1290	1035	—	—1,22	—	11.5
	21	82	2240	1250	990	—	—1,22	—	10,9
	22	82	2320	1400	920	—	+0	—	11,3
	23	83	2240	1265	975	77,95	±0	—	12,5
	24	82	2190	1200	990	—	+0	— 0,90	11,8
	25	83,7	1990	1140	850	—	±0	—	10.9
	26	80	1930	1035	895		+0	—	11,5
	27	80	1820	1050	770	—	±0	—	9.9
	28	72	3320	2210	1110	—	— 0,57	— 3,80	10,1
	29	75	3320	2180	1140	—	— 0,57	— 4.70	9,4
	30	78	3320	2140	1180	—	— 0,57	— 2,40	12.2
	31	83	2660	1670	990	—	+0	— 1.70	11.0
	32	84	2640	1585	1055	—	+0	— 2.10	11,5
	33	84,5	2650	1560	1090	—	+0	— 2,00	12.0
	34	87.5	2680	1570	1110	—	— 0,66	—	13,6
	35	88	2640	1530	1110	—	0,66	—	13,6
	36	89	2590	1530	1060	—	±0	—	15.6
	37	88	2480	1535	945	—	— 0.66	+ 1,00	12.6
	38	88	2590	1525	1065	—	— 0.66	—	13.0
	39	88	2690	1610	1080	—	— 0,66	—	13,2
	40	91	2560	1490	1070	—	±0	—	13,8
	41	91	2570	1530	1040	—	±0	—	13,4
	42	90	2470	1590	880	—	±0	+ 2,00	13,3

Fehler der Dampfschaulinie, welcher davon herrührt, dafs der Spannungs-Zeichner nicht dicht am Zylinder sitzt, sondern dafs ihm der Dampf durch ein Rohr zugeführt wird, ist für Schaulinien, welche bei mittleren Füllungen, bei gleicher Kesselspannung und bei gleicher Geschwindigkeit aufgenommen werden, jedenfalls unveränderlich und kann deshalb vorerst aufser Betracht bleiben. Dagegen ist es nicht ausgeschlossen, dafs das Niederschlagwasser, welches sich in den Dampfzuleitungsröhren bildet und kaum vollständig entfernt werden kann, von wechselndem Einflusse auf die Gröfse der Schaulinienfläche ist.

Während die Genauigkeitsfehler, welche beim Planimetrieren und Berechnen der Dampfzugkraft aus den gegebenen Schaulinien vorkommen können, innerhalb ziemlich enger Grenzen liegen, erscheint die Genauigkeit der aus der Zugkraftschaulinie ermittelten Kraft wegen des kleinen Mafsstabes fraglicher, zumal die wellenförmige Begrenzung eine planimetrische Ausmittelung der mittlern Höhe verlangt. Von gröfstem Einflusse aber ist der Genauigkeitsgrad, mit welchem die Geschwindigkeitsänderungen bestimmt werden. Mangels eines Geschwindigkeitsmessers, wie er in neuester Zeit in Verbindung mit den Zugkraftmessern ausgeführt wird*), der die Geschwindigkeit genau auf dem Mefsstreifen aufzeichnet, wurde die Geschwindigkeit aus der Länge des in 10 Sekunden abgewickelten Streifens berechnet. Ein Papiervorschub von 0,1 mm in 10 Sekunden entspricht einer Geschwindigkeit von $0{,}05^{\text{m Sek.}}$. Eine Geschwindigkeitsänderung um $0{,}1^{\text{m/Sek.}}$ in 10 Sekunden ergibt eine Beschleunigung von $0{,}01^{\text{m/Sek.}^2}$ und einen Beschleunigungswiderstand von $\frac{1000}{g} \cdot 0{,}01 = \infty\ 1$ kg/t. Bei der Ermittelung des Beschleunigungswiderstandes mufste also mit einem bedeutenden Genauigkeitsfehler gerechnet werden. Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und bei rasch ablaufendem Papiere wurden die Zeitpunkte nicht mehr mit deutlicher Schärfe gestochen, die Längenänderung in 10 Sekunden konnte daher nur auf 0,2 mm, die Geschwindigkeitsänderung also nur auf $0{,}1^{\text{m Sek.}}$ genau gemessen werden. Es ist nicht möglich, alle Schaulinien bei gleichförmiger Geschwindigkeit aufzunehmen und dadurch den Beschleunigungswiderstand auszuschalten, weil der Beharrungszustand besonders bei häufig wechselnder Streckenneigung selten und nur vorübergehend auftritt.

Da nun der Laufwiderstand einer Lokomotive durch verschiedene Einflüsse tatsächlich veränderlich gemacht wird, während man annehmen darf, dafs sich die Fehler der Mefsverfahren gegenseitig ausgleichen, so werden die Mittelwerte aus den berechneten Widerständen den Verhältnissen des Betriebes entsprechen. Die Punkte in der Auftragung Abb. 5, Taf. XIV wurden durch die gestrichelten Linien in willkürliche Gruppen eingeteilt, und aus diesen wurden je für die mittlere Geschwindigkeit die mittleren Werte bestimmt, durch welche die Widerstands-Schaulinie festgelegt ist (Abb. 6, Taf. XIV). Mit Benutzung der Grundform der Barbierschen Gleichung $w = a + b\,V^{\text{km/St.}} + c\,(V^{\text{km St.}})^2$ findet man für diese die Gleichung:

Gl. 5) . . $w^{\text{kg t}} = 3{,}7 + 0{,}0225\,V^{\text{km St.}} + 0{,}000875\,(V^{\text{km St.}})^2$

oder

Gl. 5a) . . $w^{\text{kg/t}} = 3{,}7 + 0{,}88\,V^{\text{km St.}}\,\dfrac{V^{\text{km St.}} + 25{,}7}{1000}$.

Die Schaulinie weicht nur wenig von der nach der Barbierschen Formel:

Gl. 6) . . $w^{\text{kg/t}} = 3{,}8 + 0{,}027\,V^{\text{km St.}} + 0{,}0009\,(V^{\text{km St.}})^2$

oder

Gl. 6a) . . $w^{\text{kg t}} = 3{,}8 + 0{,}9\,V^{\text{km St.}}\,\dfrac{V^{\text{km St.}} + 30}{1000}$

gezeichneten ab. Der Unterschied in den beiden ersten Gliedern der Gleichungen 5) und 6) rührt daher, dafs die Reibung bei dem Triebwerke der Zwillingslokomotive geringer ist als bei dem

*) M. Huet, Wagon Dynamomètre de la compagnie d'Orleans. Rev. générale d. chem. d. fer Nr. 3, März 1903, S. 133.

Triebwerke der vierzylindrigen Verbundlokomotive mit de Glehnscher Anordnung, mit der Barbier seine Versuche ausführte*).

Der geringe Unterschied in den Beiwerten des quadratischen Gliedes, welches den Luftwiderstand darstellt, kann der Wirkung der Windschneider zugeschrieben werden. Tatsächlich wird der Einflufs der Windschneider bedeutender sein, denn bei den Versuchen ist ihre Wirkung durch die Schutzwand für den Beobachterstand neben der Rauchkammer zum Teile aufgehoben. Vergleicht man die durch Messung der Dampf-Spannung ermittelten Werte für den Luftwiderstand mit den durch Ablaufversuchen gefundenen, so erscheinen die ersteren im Allgemeinen zu hohe, die letzteren zu geringe Werte zu liefern**); v. Borries rechnet mit einem Mittelwerte von $0{,}0007\,(V^{km/St.})^2$. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs die Messung der Dampfspannung wegen des von dem Leitungswiderstande der Anschlufsröhren herrührenden Fehlers zu hohe Werte liefert. Dieser Widerstand verringert die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Druckänderung im Anschlufsrohre fortpflanzt, er verzögert also scheinbar die Bewegung des Schreibstiftes des Spannungsmessers, sodafs der Flächeninhalt der Schaulinie zu grofs erscheint. Der Fehler beträgt nach Versuchen von Leitzmann***) bei gewöhnlicher Rohrlänge gegenüber der Anbringung des Spannungszeichners dicht am Zylinder etwa 4 %. Man darf wohl annehmen, dafs dieser Betrag nur bei den mittleren Geschwindigkeiten von etwa 200 Umdrehungen in der Minute erreicht wird, und dafs der Fehler bei sehr kleinen Geschwindigkeiten verschwindet, mit dem Quadrate der Geschwindigkeit aber wächst, weil gleichzeitig der Widerstand in den Leitungsröhren mit dem Quadrate der Dampfgeschwindigkeit zunimmt. Der Fehler könnte also nur auf das quadratische Glied der Widerstandsformel von Einflufs sein.

Bei den auf ebener Strecke vorgenommenen Versuchen wurde im Beharrungszustande bei $80^{km\,St.}$, also 200 Umdrehungen in der Minute, am Tenderzughaken eine Zugkraft von $Z_e = \backsim 1200$ kg gemessen. Bei dem aus der gefundenen Widerstandslinie (Abb. 6, Taf. XIV) entnommenen Werte von $w = 11{,}1$ kg/t und einem Gewichte von Lokomotive und Tender von 80 t ist die zugehörige Dampfzugkraft $Z_i = 1200 + 11{,}1 \times 80 = 2088$ kg. Berücksichtigt man den Fehler des Leitungswiderstandes von 4 %, so beträgt die Dampfzugkraft genau nur $Z_i' = 0{,}96 \,.\, 2088 = 2004$ kg. Aus diesem berichtigten Werte Z_i' ergibt sich mit $Z_e = 1200$ kg und $G = 80$ t ein Widerstand $w = 10$ kg/t. Entsprechend findet man für 90 km/St. $Z_e = 1500$ kg und $G = 78$ t statt $w = 12{,}8$ kg/t den Wert $w = 11{,}4$ kg/t. Ersetzt man aber in Gl. 5) das Glied $0{,}000875\,(V^{km/St.})^2$ durch den von v. Borries angegebenen Wert $0{,}0007\,(V^{km/St.})^2$, so folgt aus:

Gl. 7) . . . $w^{kg\,t} = 3{,}7 + 0{,}0225\,V^{km\,St.} + 0{,}0007\,(V^{km\,St.})^2$

für eine Geschwindigkeit von 80 km/St. $w = 9{,}98$ kg/t und für 90 km/St. $w = 11{,}39$ kg/t. Beide Werte fallen mit den oben unter Annahme eines Schaulinienfehlers von 4 % abgeleiteten Werten nahezu zusammen.

Will man auch die Formel

Gl. 8) . . . . $w^{kg\,t} = 4 + 0{,}027\,V^{km\,St.} + 0{,}0007\,(V^{km\,St.})^2$,

welche v. Borries für die 2/4 gekuppelte preufsische Verbundschnellzuglokomotive entwickelt hat, zum Vergleiche heranziehen, so mufs man zunächst berücksichtigen, dafs sie nur für eine Lokomotive mit dreiachsigem Tender gilt. Wie aus der Zusammenstellung V hervorgeht, unterscheiden sich die Lokomotiven selbst hinsichtlich ihres Gewichtes nur wenig von einander, hingegen betrug bei den Versuchen der badischen Staatseisenbahnen und der französischen Nordbahn der Anteil des Tenders am Gesamtgewicht von Lokomotive und Tender 41 %, während bei der preufsischen Lokomotive nur etwa 34 % des Gewichtes auf den Tender entfallen.

*) Revue générale d. chem. d. fer Nr. 2, Febr. 1898.

**) v. Borries, Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnfahrzeuge u. s. w. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, S. 810.

***) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, Bd. I, 2. Aufl., S. 323.

Zusammenstellung V.

Verwaltung	Dienstgewicht der Lokomotive	Gewicht des leeren Tenders	Gewicht der Tendervorräte	Gewicht des Tenders ganz beladen 3 + 4	Gewicht von Lokomotive und Tender 2 + 5	Bei den Versuchen: ganzes Gewicht	Bei den Versuchen: Tendergewicht 7 − 2	Anteil des Tenders am Gewichte $100\frac{8}{7}$
	t	t	t	t	t	t	t	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baden	47,4	19,8	21	40,8	88.2	80	32,6	41
Französische Nordbahn .	50,4	20,0	21	41,0	91,4	85,5	35,1	41
Preufsen	49,6	15,1	17	32,1	81,7	75 *)	25,4 *)	34

*) Unter der Annahme berechnet, dafs wie bei den in Baden ausgeführten Versuchen 40 % der Tendervorräte aufgebraucht waren.

Da die Formeln auf das ganze Gewicht bezogen sind, so überwiegt in der Formel von v. Borries für die zuletzt genannte Lokomotive der Widerstand der Lokomotive selbst bei weitem mehr, als in den beiden anderen für Lokomotiven mit vierachsigem Tender. Das Verhältnis des Gewichtes der Lokomotive zu dem des Tenders ist nur von Einflufs auf die beiden ersten Glieder der Formel, während das hauptsächlich von der Stirnfläche der Lokomotive abhängige quadratische Glied des Luftwiderstandes unverändert bleibt.

Das Gewicht des vierachsigen Tenders für die preufsische

Verbundschnellzuglokomotive möge mit teilweise aufgebrauchten Vorräten 34,3 t betragen*). Der Berechnung des Tenderwiderstandes kann man die nach den Schnellbahnversuchen für Wagen geltende Formel $w^{kg\,t} = 1,5 + 0,012\,V^{km\,St.}$ zu Grunde legen. Dann vollzieht sich die Umrechnung der Formel für den Widerstand der Lokomotive mit dreiachsigem Tender $w^{kg\,t} = 4 + 0,027\,V^{km\,St.} + 0,0007\,(V^{km\,St.})^2$ für eine Lokomotive mit vierachsigem Tender in folgender Weise:

Widerstand der Lokomotive mit dreiachsigem Tender ohne Luftwiderstand:

$(49,6 + 25,4)\,(4 + 0,027\,V)$. $300 + 2,025\,V^{km\,St.}$

Der Widerstand des vierachsigen Tenders von 34,3 t übertrifft den Widerstand des dreiachsigen Tenders von 25,4 t um:

$(34,3 - 25,4)\,(1,5 + 0,012\,V)$ $13,35 + 0,1068\,V^{km\,St.}$

Widerstand der Lokomotive mit vierachsigem Tender von 49,6 + 34,3 = 83,9 t . . . . $313,35 + 2,132\,V^{km\,St.}$

In kg/t beträgt dieser Widerstand

$$\frac{313,35 + 2,132\,V^{km\,St.}}{83,9},$$

also einschliefslich des Luftwiderstandes

Gl. 9) . . $w^{km\,St.} = 3,73 + 0,0254\,V^{km\,St.} + 0,0007\,(V^{km\,St.})^2$.

In Abb. 7, Taf. XIV sind die Widerstands-Schaulinien für die Formeln Gl. 7) $w^{kg\,t} = 3,7 + 0,0225\,V^{km\,St.} + 0,0007\,(V^{km\,St.})^2$ und Gl. 9) $w^{kg\,t} = 3,73 + 0,0254\,V^{km\,St.} + 0,0007\,(V^{km\,St.})^2$ eingezeichnet. Zum Vergleiche ist auch die Linie für Gl. 10) . . . $w^{kg\,t} = 3,8 + 0,027\,V^{km\,St.} + 0,0007\,(V^{km\,St.})^2$ eingezeichnet, welche der Barbierschen Formel entspricht, wenn darin das Glied für den Luftwiderstand $0,0009\,(V^{km\,St.})^2$ durch den bei den anderen Formeln gefundenen Wert ersetzt wird.

Karlsruhe, im Oktober 1904.

*) Dieses Gewicht ist unter der Annahme berechnet, dafs das Gewicht des Tenders zu dem der Lokomotive ungefähr in demselben Verhältnisse stehen wird, wie bei den Versuchen mit der badischen und der französischen Lokomotive:

	Baden	Französische Nordbahn	Preufsen
Tendergewicht / Lokomotivgewicht	32,6 / 47,4 = 0,688	35,1 / 50,4 = 0,696	34,3 / 49,6 = 0,692

Kesselspeisung Brázda.

Zu der früher*) mitgeteilten Beschreibung der Kesselspeisung von Brázda teilen wir die folgende Bestätigung von Versuchsergebnissen mit.

Durch die Wirkung der Speisevorrichtung von Brázda wird das im Heizhause der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten zur Speisung des Betriebskessels verwendete Bachwasser von feinen bei der Kesselsteinbildung in Frage kommenden Bestandteilen an kohlensauern und schwefelsauern Salzen der Erdalkalimetalle fast vollständig befreit. Diese scheiden sich bei dem starken Kochen bereits in dem Speisekessel aus und gelangen nur insoweit in den Kessel, als sie während der Speisung im fertigen Speisewasser schwebend erhalten bleiben, sie sammeln sich dann in Form eines äufserst feinen, sehr leicht aufschwemmbaren Schlammes am Kesselboden an. Die Kesselrohre zeigen beim Ablassen des Wassers keinen oder nur sehr geringen Belag von Schlamm, der aber auch hier leicht entfernt werden kann, oder bei der nächsten Füllung vom Wasser selbst abgespült wird.

Die kohlensauren Salze der Erdalkalimetalle, welche nur durch Vermittelung der überschüssigen Kohlensäure in Lösung gehalten werden, fallen, da ihnen dieser Überschufs an freier und halbgebundener Kohlensäure durch Kochen im Speisekessel entzogen wird, aus und fehlen daher im Wasser des Kessels vollständig.

Die Chlor- und Stickstoff-Verbindungen des Kalziums und

*) Organ 1905, Ergänzungsheft, S. 351.

Untersuchungs-Befund.

Probe . . . . Schlammproben.
Einsender . . Ingenieur Th. Brázda, Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.
Eingegangen 8. November 1905.

In 100 Gewichtsteilen wasserfreien Schlammes sind enthalten:

	Brunnenwasser-Schlamm	Bachwasser-Schlamm
Kalk	36,25	41,61
Magnesia	17,75	13,19
Eisenoxyd und Thonerde	1,28	1,47
Kohlensäure	28,75	31,88
Schwefelsäure	3,09	2,41
Kieselsäure	6,17	5,28
Glühverlust an organischen Bestandteilen	6,71	4,16

Wien, 10. Dezember 1905. Dr. A. Cluss.

Untersuchungs-Befund.

Probe . . . . Kesselspeisewasser aus Amstetten.
Einsender . . Ingenieur Th. Brázda, Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.
Eingegangen 8. November 1905.

In 1 l des Wassers sind enthalten Gramm:

	Brunnenwasser	Bachwasser roh	Bachwasser aus dem Kessel
Kalk (CaO)	0,1888	0,1104	0,0478
Magnesia (MgO)	0,0611	0,0266	0,0072
Schwefelsäure (SO_3)	0,0610	0,0096	0,0504
Kohlensäure, freie und halbgebundene	0,2144	0,0916	—
„ gebundene	0,1658	0,0950	—
Ganze Härte in deutschen Graden	27,34	14,76	5,80

Wien, 10. Dezember 1905. Dr. A. Cluss.

Magnesiums hingegen bleiben, da sie im Wasser löslich sind, im Kesselwasser in Lösung, während sich schwefelsaurer Kalk zum Teil im Speisekessel, zum Teil erst im Kessel selbst ausscheidet; da er nur allmälig und zwar in dem Mafse ausfällt, wie sein Lösungswasser verdampft, findet er sich neben Stickstoff- und Chlor-Verbindungen im Kesselwasser.

Im Kessel selbst aber kommt es zu keiner Kesselsteinbildung mehr, weil das aus dem Speisekessel kommende Wasser vollständig von kohlensaueren, zum Teil auch von schwefelsaueren Kalkverbindungen frei und imstande ist, den ausgeschiedenen Gips zu lösen und bis zu einem gewissen Grade in Lösung zu halten.

Im Schlamme des Kessels finden sich daher vornehmlich die kohlensaueren Verbindungen, welche das Wasser bei der Speisung mitbringt und ein verhältnismäfsig geringer Teil des ausgeschiedenen schwefelsauern Kalkes.

Der Speisekessel von Brázda wirkt nicht in der Art eines gewöhnlichen Vorwärmers, sondern als ein Vorkessel, der das Wasser dem von ihm gespeisten Kessel in auf natürlichem Wege gereinigten Zustande gleichmäfsig und mit der Wärme des Wassers im Kessel zuführt.

Dr. A. Cluss, k. k. Hofrat.

Lokomotivbekohlungsanlage auf dem Güterbahnhofe Wahren.

Von **Klopsch,** Geheimem Baurate in Halle an der Saale.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XVI.

Auf dem durch Zusammenlegung des preufsischen Teiles des Leipziger Güterverkehres nötig gewordenen neuen Güterbahnhofe Wahren endet der gröfste Teil der ankommenden Güterzüge. Die Zahl der auf diesem Bahnhofe ein- und ausfahrenden Güterzüge beläuft sich jetzt auf 140 bis 150 täglich, sodafs ein bedeutender Lokomotivverkehr vorhanden ist. Gegenwärtig beträgt der tägliche Verbrauch zur Lokomotivbekohlung 80 bis 100 t. Diese Menge wird sich später noch erhöhen, wenn alle alten Leipziger Innenbahnhöfe für den Güterzugverkehr aufser Betrieb gesetzt werden, dann werden bis 160 t täglich erforderlich werden.

Um diese hohe Kohlenausgabe sparsam zu bewirken, auch von den Arbeitern möglichst unabhängig zu sein, war von vornherein die Anlage einer mit Maschinen betriebenen Lokomotivbekohlung geplant, deren Bedienung nur wenige Arbeitskräfte erfordern sollte.

Anfangs war ein Becherwerk der Bauart Pohlig*) mit tiefliegenden Entlade- und hochliegendem Vorratsbehältern in Aussicht genommen. Hiervon mufste Abstand genommen werden, weil sich die Kosten dieser Anlage bei der Höhe des Grundwasserstandes zu hoch gestalteten, es wurde einer Anlage mit Greiferbetrieb nach Art der in Mannheim**) im Betriebe befindlichen Kohlenversorgung der Vorzug gegeben. Die Zeichnungen Abb. 1 bis 7, Taf. XVI geben ein Bild dieser Anlage, die von den Guilleaume-Werken in Neustadt a. d. Haardt ausgeführt ist.

Auf einer fahrbaren Kranbrücke ist eine in einem Häuschen untergebrachte Laufkatze mit einem Selbstgreifer angeordnet, der die Kohlen den auf dem Zufuhrgleise ankommenden Wagen entnimmt, und sie entweder dem von der Kranbrücke überspannten Lagerplatze zuführt, oder auf die Tender der zu bekohlenden Lokomotiven lädt. In die Kranbrücke ist über dem Zufuhrgleise eine selbsttätige Wage eingebaut, die von dem Kranführerstande aus in Tätigkeit gesetzt werden kann, sobald das Gewicht von Katze, Greifer und Greiferinhalt auf sie einwirkt. Das Gewicht der toten Last ist ausgeglichen, das Nettogewicht der Ladung wird durch ein Zeigerwerk angegeben und durch Kartendruck festgestellt. Die einzelnen Gewichtsermittelungen werden durch eine Vorrichtung zusammengezählt, der Endbetrag kann ebenfalls durch Kartendruck festgelegt werden.

Die Laufbrücke wird durch eine in der Mitte angebrachte Hauptstrommaschine mit 440 Volt Betriebsspannung von 12 P.S. verfahren.

*) Organ 1901, S. 10. Ergänzungsband XIII, S. 352.

**) Organ 1903, S. 113, 158.

Die Laufkatze ist sattelförmig über der Brücke angeordnet, derart, dafs auf der einen Seite der Brücke der Ausleger mit dem Greifer, auf der andern das Führerhäuschen mit den Steuervorrichtungen hängt. Zum Antriebe des Fahrwerkes dient eine Hauptstrommaschine von 7,5 P.S. Gebremst wird das Laufwerk durch eine elektrische Bremse, die selbsttätig in Kraft tritt, sobald die Triebmaschine ausgeschaltet wird.

In dem hintern Teile des Kranhäuschens ist ein Gegengewicht angebracht, welches das Gewicht des leeren Greifers ausgleicht und die Standsicherheit der Katze herbeiführt.

Der bei voller Füllung 1,4 t fassende Greifer ist als Zweikettengreifer ausgeführt und hat eine Hub- und Schliefsungs-Kette, an der die Last im Allgemeinen hängt, und ein Öffnungseil, welche beide für sich auf Trommeln aufgewickelt sind. Der Antrieb der Hubvorrichtung erfolgt durch eine Hauptstrommaschine von 18,5 P.S.

Die Entnahme des Stromes erfolgt durch einen am Kopfende der Brücke angeordneten, zweipoligen Anschlufs, von dem der Strom durch die Zuführungsleitung längs der Kranfahrbahn weiter geführt wird.

Um die mechanische Bekohlungsanlage nicht während der Nachtzeit in Betrieb halten zu müssen, sind noch zwei Kohlenhochbehälter mit einem Inhalte von 85 t aufgestellt. Der gröfsere hat 20 Taschen von 1,25 bis 1.75 t für Tenderlokomotiven und 10 Taschen von 2,75 t Inhalt für Lokomotiven mit Schlepptender, der kleinere 12 Taschen von 1,15 bis 1,5 t und 6 Taschen von 2,5 bis 3 t Inhalt. Hierbei liegen die grofsen Abteilungen mit den breiten Auslaufschurren nach Gleis II, die kleinen mit den schmalen Auslaufschurren nach Gleis I. Jede Abteilung hat eine sich durch Lösung einer Feststellklinke selbsttätig öffnende Ablaufschurre, welche die Kohle dem Tender der Lokomotive zuführt.

Die Anlage, deren Bedienung im Ganzen nur drei Arbeiter einschliefslich des Kranführers erfordert, ist seit Mitte Mai 1905 in ununterbrochener Benutzung und hat sich bei Verwendung westfälischer Kohle und oberschlesischer Kleinkohle gut bewährt. Für oberschlesische Stückkohle ist die Anlage jedoch nicht recht verwendbar, weil der Greifer gröfsere Stücke dieser härteren Kohle nicht zerschneiden kann.

Die Bekohlungsanlage wird nur während der Tagesschicht betrieben, um einerseits an Lohnausgaben zu sparen, anderseits die Kraftanlage zur Zeit des gröfsten Lichtbedarfes nicht unnötig zu belasten. Während der Nachtschicht ist der Bekohlungskran aufser Betrieb, weil die für diese Zeit nötigen

Kohlen den Kohlenhochbehältern entnommen werden können, die während der Tagesschicht alltäglich neu aufgefüllt werden. Aufserdem wird die Anlage noch zum Verladen der Schlacken im Wagen benutzt.

Die Anlagekosten ausschliefslich der Kohlenbansen haben 47,700 M. betragen, wovon 37,300 M. auf die Maschine und 10,400 M. auf den baulichen Teil entfallen. Nach den vertraglichen Abmachungen sollte die Bekohlungsanlage eine stündliche Verladefähigkeit von 40 t haben. Bei den vorgenommenen Abnahmeversuchen sind bis zu 57,5 t in der Stunde verladen worden.

Die Bekohlung einer Lokomotive mit Tender erfordert bei einer Kohlenmenge von 4 t mittels des Greifers rund sechs Minuten, während aus den Kohlenhochbehältern die gleiche Menge in 0,5 bis 2 Minuten abgegeben werden kann.

Die für das Verladen der Kohlen auf die Lokomotiven entstehenden Betriebsausgaben an Löhnen, Stromkosten, Putz- und Schmier-Stoffen einschliefslich der Kosten für das Entladen der Kohlenwagen belaufen sich hierbei durchschnittlich auf 17,6 Pf./t. Unter Berücksichtigung der Verzinsung, Tilgung und Erhaltung stellt sich der Verladepreis auf 39,6 Pf./t, während das Verladen mit Handkranbetrieb unter denselben Verhältnissen 52,4 Pf./t kostet. Bei der gegenwärtigen Jahreskohlenausgabe von 24,000 t werden mithin durch diese Anlage $\frac{52,4 - 38,6}{100} \cdot 24,000 =$ rund 3075 M. jährlich erspart. Hierzu sind noch die sonst für das Schlackenverladen von Hand entstehenden Lohnausgaben abzüglich der hierfür bei Benutzung der Bekohlungsanlage aufzuwendenden Stromkosten im Betrage von rund 1145 M. hinzuzurechnen, sodafs die durch die Anlage erzielte Ersparnis trotz der zur Zeit nur geringen Ausnutzung rund 4220 M. im Jahre beträgt.

Diese Ersparnis wird sich bei der späterhin zu erwartenden gesteigerten Kohlenausgabe noch bedeutend erhöhen, da sich die allgemeinen Kosten dann nicht ändern, und die Betriebsausgaben nur unwesentlich zunehmen.

Dem Kranführer ist auch noch die Aufsicht über die in der Nähe befindliche selbsttätige Wasserversorgungsanlage*) des Bahnhofes übertragen, deren Wasserstands-Anzeiger so angebracht ist, dafs er von der Bekohlungsanlage aus gesehen werden kann.

*) Organ 1906, S. 11.

Fahrzeitenberechnung.

Von Dipl.-Ing. **P. Sichling** in Nürnberg.

In der Entwickelung der Fahrzeitenberechnung lassen sich die folgenden drei Abschnitte unterscheiden:

1. Die Berechnung im Verhältnisse der kilometrischen Entfernung unter Zugrundelegung einzelner durch Probefahrten ermittelter Werte;
2. die Berechnung mit Hülfe der Betriebslängen unter Annahme von Wertziffern für bestimmte Steigungen und von festen Zuschlagszahlen für Geschwindigkeitsänderungen;*)
3. die Berechnung mit Hülfe der Betriebslängen aus den Zugkräften der Lokomotiven, und zwar

3a. für unveränderliche Leistung der Lokomotiven;**)

3b. für mit der Geschwindigkeit veränderliche Leistung.***)

Dieses letzte, genaueste Verfahren kann auf verschiedene Weise verwertet werden. Schacky und Weifs†) legen für Schnell-, Personen- und Güter-Züge nur je eine neuere Lokomotivtype den weiteren Berechnungen zu Grunde.

Zu diesem Auswege mufs gegriffen werden, da es nicht möglich ist, Züge gleicher Grundgeschwindigkeit nur von Lokomotiven derselben Bauart zu befördern, und zugleich allzu häufige, durch Wechsel in der Bauart begründete Umrechnungen der Fahrzeiten vermieden werden sollen. Damit ist aber eine gleich günstige Ausnutzung auch der übrigen Lokomotiv-Gattungen ausgeschlossen, für die die Fahrzeiten nicht berechnet wurden. Es fragt sich deshalb, ob man nicht zweckmäfsiger von Anfang an mit den mittleren Zugkräften aller Schnell-, Personen- und Güterzug-Lokomotiven rechnet. Hierfür sprechen auch die bedeutenden Schwankungen in der Leistungsfähigkeit, denen die Lokomotiven je nach dem Grade ihrer Ausbesserungsbedürftigkeit, sowie wegen der Witterungseinflüsse namentlich bei höheren Geschwindigkeiten unterworfen sind, und durch die die angestrebte Genauigkeit ohnedies schon begrenzt ist. Die Einführung der mittleren Zugkräfte müfste also die gleichmäfsigere Ausnutzung aller Lokomotivgattungen zur Folge haben, ein Vorteil, der hauptsächlich für Güter- und Personenzüge wertvoll erscheint, da bei diesen meist mehrere Lokomotivtypen zur Beförderung von Zügen gleicher Grundgeschwindigkeit auf derselben Strecke benutzt werden müssen.

Die Verwendung getrennter Widerstandsformeln für Lokomotiven und Wagen, welche sich bei den jetzt üblichen höheren Grundgeschwindigkeiten für Schnellzüge bereits als nötig erwiesen hat, um bessere Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch zu erzielen, wird durch das zeichnerische Verfahren, welches nachstehend aufgeführt werden soll, ohne weiteres ermöglicht, während sie bei der Berechnung nach v. Borries Schwierigkeiten verursacht; auch können die Geschwindigkeitsübergänge während der Fahrt so genauere Berücksichtigung finden als durch das blofse Hinzufügen der bekannten festen Zeitzuschläge. Der Gedankengang ist folgender: Die Fahrzeiten werden für die mittleren Zugkräfte berechnet und gelten dann für alle Lokomotivgattungen, die Belastungen dagegen werden für die einzelnen Gattungen aus deren Zugkräften ermittelt.

Das Verfahren stellt also insofern eine Umkehrung der v. Borries'schen dar, als die Belastungen nach den Fahrzeiten, nicht aber die Fahrzeiten nach den Belastungen berechnet werden. Es könnte scheinen, als ob hierdurch der Leistungsfähigkeit neu eingeführter Lokomotivbauarten nicht genügend Rechnung getragen werden könnte; solchen Einwürfen ist damit zu begegnen, dafs diese Lokomotiven je nach Wunsch bei gleicher Grundgeschwindigkeit ein höheres Wagengewicht

*) Spirgatis, Fahrzeitenberechnung. Organ 1903, S. 263.

**) Organ 1881, S. 155, Kluge; 1905, S. 123, Busse.

***) v. Borries, Organ 1875, S. 232; 1887, S. 146; 1893, S. 85;

das gleiche Wagengewicht aber bei höherer Grundgeschwindigkeit zu befördern vermögen.

Bedeuten nun:

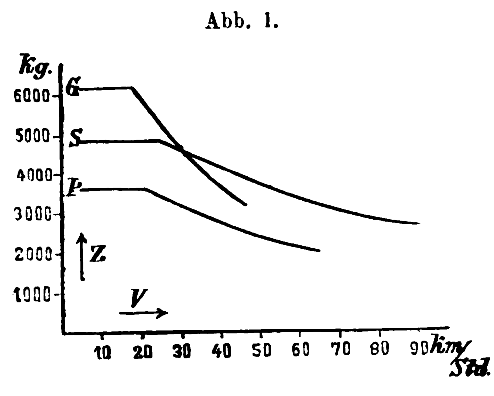
G_l^t das Lokomotivgewicht, G_w^t das Wagengewicht, $G^t = G_l^t + G_w^t$ das Zuggewicht, $V_0^{km/St}$ die Grundgeschwindigkeit, $V^{km/St}$ die Geschwindigkeit, $Z^{kg} = f(V)$ die Zugkraft der Lokomotive, $w_l^{kg/t} = f(V)$ den Widerstand für Lokomotive und Tender unter Dampf, $w_w^{kg/t} = f(V)$ den Widerstand für den Wagenzug, $\sigma^{kg/t}$ den Streckenwiderstand = Steigungs- + Krümmungs-Widerstand, $s^{kg/t}$ den mafsgebenden Streckenwiderstand, B^{kg} die Beschleunigungkraft, so besteht die bekannte Beziehung:

Gl. 1) . . . . $Z = G_l w_l + G_w w_w + G \sigma + B$.

Für den Beharrungszustand ist $B = 0$.

Führt man in Gl. 1) w_l und w_w als Gleichungen von der Grundform $\alpha + \beta V + \gamma V^2$ ein, so wird bei bekanntem G_l und G_w auch σ in dieser Form erhalten werden, sobald es gelingt, Z ebenfalls in solcher Weise darzustellen. Im Gegensatze zu früheren Bestrebungen, Z als Hyperbel $= f\left(\frac{1}{V}\right)$, oder als Parabel mit der Achse in der Richtung der Längenmafse $= f(\sqrt{V})$ darzustellen, wurde versucht, die mittleren Zugkraftlinien für die drei Gattungen: Schnell = S, Personen = P und Güterzug-Lokomotiven = G (Textabb. 1) in die obige allgemeine

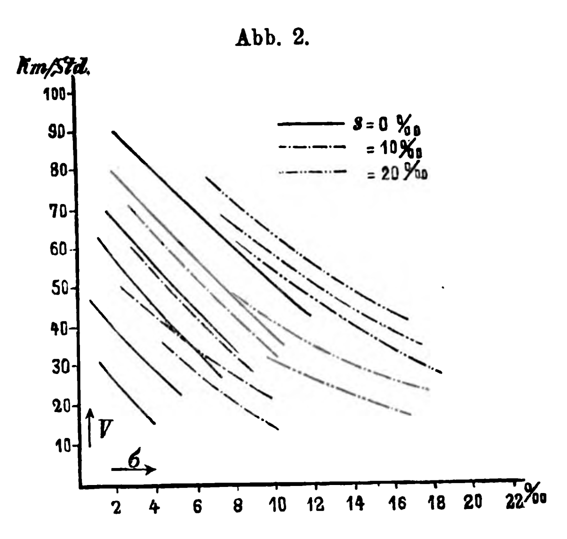
Abb. 1.



Form der Gleichung zweiten Grades einer Parabel mit der Achse als Richtung der Höhenmafse zu bringen. Es zeigte sich, dafs hierbei eine grofse, für die Rechnung genügende Genauigkeit erreicht werden konnte. Berechnet man weiter G_l und G_w auf gleiche Weise wie Z, als Zahlen-Mittel aus allen für die betreffende Zuggattung verwendeten Lokomotiven, und zwar G_w aus den bisher üblichen Belastungen für die mafsgebenden Streckenwiderstände $s = 0, 5, 10^{kg/t}$ u. s. w., so werden für die Grundgeschwindigkeiten S: 90 und $80^{km/St}$, P: 70 und $60^{km/St}$, G: 45 und $30^{km/St}$ die σ-Linien der Textabb. 2 gewonnen.

Bei deren Betrachtung fällt zunächst die fast gleiche Richtung verschiedener Gruppen bei allgemein schwacher Krümmung auf, wobei insbesondere bemerkenswert ist, dafs auch die Übergänge von den Schnell- zu den Personen- und von diesen zu den Güter-Zügen trotz der ursprünglichen Verschiedenheit in den Zugkraftlinien und in den Widerstandsformeln w_w ohne Störung des Bildes im ganzen vor sich gehen. Diese Erscheinung führte zu dem Versuche, die σ-Linien (Textabb. 2) zunächst für regelmäfsige Belastung, $s = 0$, durch eine Schar von Geraden zu ersetzen, welche einerseits nach der Erklärung der Grundgeschwindigkeit*) die Punkte $s = 0$, $V = V_0$ enthalten,

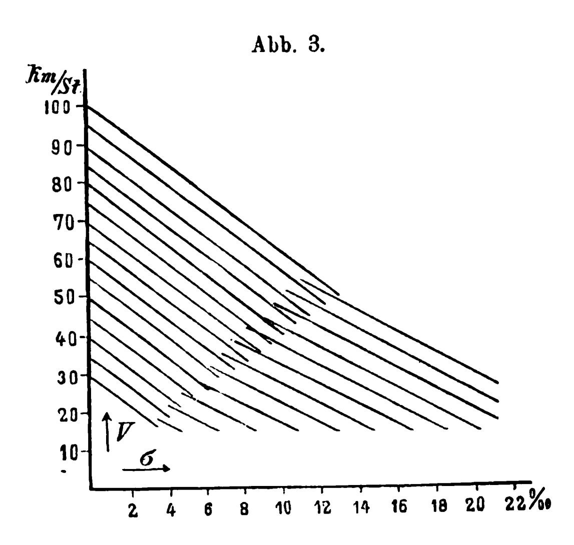
Abb. 2.



anderseits aber, um der Voraussetzung entsprechend in keinem Punkte die Leistungsfähigkeit der Lokomotive zu überschreiten, unter der zugehörigen σ-Linie liegen mufsten, wobei sich von selbst der nötige Sicherheitsgrad für die Fahrt mit höheren Geschwindigkeiten ergab. Bei den σ-Linien für verminderte Belastung führte die gleiche Überlegung zu einer Schar von Geraden gleicher Richtung.

Aus diesen Ersatzgeraden (Textabb. 3), die die $\mathfrak{F}$ — Ge-

Abb. 3.

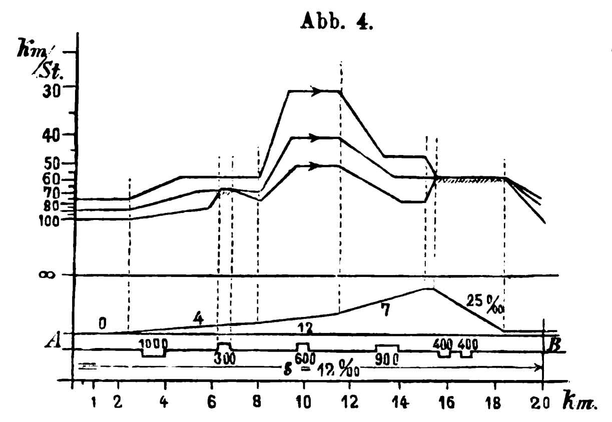


raden genannt werden sollen, und die nichts anderes als die mittleren Schaulinien nach dem v. Borries'schen Verfahren mit den Geschwindigkeiten selbst an Stelle der Zuschläge als Höhenmafse darstellen, sind die Fahrzeiten auf folgende Weise zeichnerisch zu berechnen.

Als Längen werden die Entfernungen des Strecken-Längenschnittes, als Höhen die Werte $1/V$ aufgetragen, welche zuvor aus Textabb. 3 nach dem Streckenwiderstande und der gewählten Grundgeschwindigkeit bestimmt wurden. Da $^{km}/_{km\,St} = St$ ist, so erhält man die Fahrzeiten durch Flächenberechnung der

*) Grundgeschwindigkeit ist diejenige Geschwindigkeit, welche auf ebener gerader Bahn mit der hierfür berechneten regelmäfsigen Belastung einzuhalten ist.

Abb. 4.



eingeschlossenen Flächen. Textabb. 4 läfst auch erkennen, in welcher Weise die für bestimmte Streckenabschnitte vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeiten berücksichtigt werden; die Einführung der Geschwindigkeitsübergänge soll später erörtert werden.

Die nun folgenden Berechnungen würden bei Verwendung der Gleichungen zweiten Grades der σ-Linien, wie sie sich aus Gl. 1) ergeben haben, sehr verwickelt werden, ohne dafs dabei Entsprechendes an Genauigkeit der Mittelwerte gewonnen würde. Da sich für diese besonderen Zwecke die $\mathfrak{F}$ — Geraden nicht eigneten, so wurde nochmals eine Schar von $\mathfrak{B}$ — Geraden gesucht, die sich den σ-Linien (Textabb. 2) möglichst genau anschlossen und so gestatteten, die Gleichungen dieser Linien unter wesentlicher Vereinfachung des Rechnungsganges an Stelle der erwähnten quadratischen Gleichungen zu benutzen.

Zur Ermittelung der Wagengewichte für die verschiedenen Grundgeschwindigkeiten und mafsgebenden Streckenwiderstände läfst sich Gl. 1) umformen in:

$$G_w = \frac{G_1\left(\frac{Z}{G_1} - w_1 + w_w\right)}{s + w_w} - G_1.$$

Unter Beibehaltung des Grundsatzes, dafs die Geschwindigkeit auf der dem mafsgebenden Streckenwiderstande entsprechenden, höchsten, Steigung bei Hauptbahnen im äufsersten Falle auf $\frac{V_0}{2}$ sinken darf, sodafs für $\sigma = s\ V = \frac{V_0}{2}$ ist, nimmt die rechte Seite obiger Gleichung für ein bestimmtes V_0 die Form $f\left(\frac{1}{s}\right)$ an, gibt also eine Hyperbel. Da der Zähler des Bruches für eine bestimmte Lokomotivgattung unveränderlich ist, so wird bei Anwendung des Hyperbel-Mafsstabes für G_w

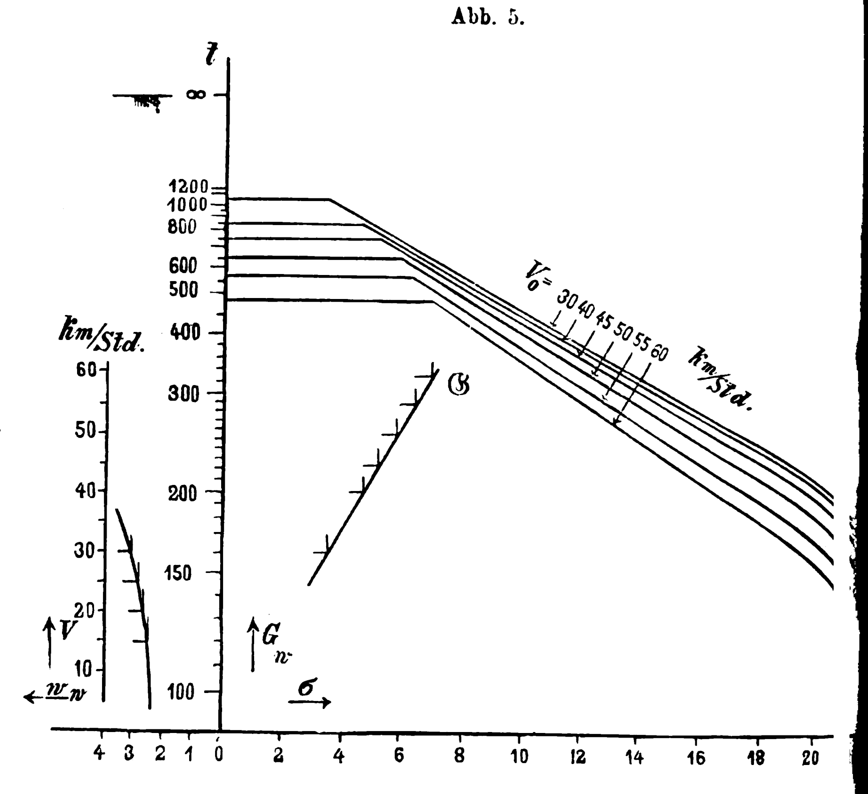
Gl. 1a) . . . $$\frac{G_1}{G_w + G_1} = \frac{s + w_w}{\left(\frac{Z}{G_1} - w_1 + w_w\right)}$$

die Linie der Belastungen zu einer Geraden (Textabb. 5).

Zu ihrer Bestimmung sind nur zwei Punkte nötig, wovon der eine $G_w = \infty$ $s = - w_w$ bereits bekannt ist. Die oberste Belastungsgrenze für jede Grundgeschwindigkeit, die regelmäfsige Belastung, ist durch eine Grenzlinie $\mathfrak{G}$ gegeben, welche aus den $\mathfrak{B}$ — Geraden durch Einsetzen von $V = \frac{V_0}{2}$ erhalten wird.

Mit Hülfe der $\mathfrak{B}$ — Geraden läfst sich nun der Anfahrabschnitt einfach und sehr genau untersuchen. Nach dem oben Gesagten stellen diese die vereinfachten Werte für:

Abb. 5.



$$\sigma = \frac{1}{G}(Z - G_1 w_1 - G_w w_w)$$

dar. Denkt man sich in Gl. 1) nun σ unveränderlich $= \sigma_c$ und B veränderlich für Anfahren auf gleichbleibender Steigung, so ergibt sich:

$$\sigma_c + \frac{B}{G} = \frac{1}{G}(Z - G_1 w_1 - G_w w_w) = \sigma,$$

man hat in den $\mathfrak{B}$ = Geraden also unmittelbar ein Mafs für die überschüssigen Beschleunigungskräfte beim Anfahren, unter der Bedingung, dafs wieder die Leistungsfähigkeit der Lokomotive in keinem Punkte überschritten wird.

Bezeichnet ferner k^m den Anfahrweg, t^{Sek} die Anfahrzeit, $v^{m/Sek} = \frac{V^{km/St}}{3,6}$ die Anfahrgeschwindigkeit, p^{m/Sek^2} die Anfahr-Beschleunigung, ϱ eine Ziffer zur Berücksichtigung der umlaufenden Massen, g^{m/Sek^2} die Erdbeschleunigung, so wird:

$$dv = p\,dt \text{ und } dk = v\,dt$$

Gl. 2) $$B = 1000\,\varrho\,\frac{G}{g}\,.\,p = \frac{1000\,\varrho}{g}\,G\,\frac{dv}{dt} = G(\sigma - \sigma_c)$$

$$dt = \frac{1000\,\varrho}{3,6\,g}\,\frac{dV}{\sigma - \sigma_c},\quad dk = \frac{1000\,\varrho}{3,6^2\,g}\,\frac{V\,dV}{\sigma - \sigma_c}.$$

Hieraus lassen sich t und k ohne weiteres berechnen, falls, wie üblich, ϱ unveränderlich angenommen wird, und $\sigma = \sigma_c + \frac{B}{G}$ als Gleichung der $\mathfrak{B}$ — Geraden von der Form: $\alpha + \beta V$ bekannt ist.

Gl. 3) . . . . $$t = \frac{1000\,\varrho}{3,6\,g}\,\frac{1}{\beta}\ln(\alpha + \beta V) + C,$$

Gl. 4) $$k = \frac{1000\,\varrho}{3,6^2\,g}\,\frac{1}{\beta^2}(\alpha + \beta V - \alpha \ln[\alpha + \beta V]) + C.$$

Den Zeitverlust während des Anfahrens erhält man aus der Beziehung: $T = t - \frac{k}{V_0}\,3,6$ zu

Gl. 5) . $T = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6\,g} \cdot \frac{1}{\beta^2 V_0} ([\alpha + \beta V_0] \ln [\alpha + \beta V] + [\alpha + \beta V]) + C.$

Zur rechnerischen Auswertung dieser Gleichungen ist es nötig, die Z-Linie in zwei Teile zu zerlegen:

$Z = f(V)$ ist der bereits betrachtete Teil über der Grenze der Reibungs-Zugkraft,

$Z =$ einer Unveränderlichen unterhalb dieser Grenze.

Die σ-Linien für letztern Fall, welche wie die in Textabb. 2 gezeichneten zu berechnen sind, besitzen zum Unterschiede von diesen nach unten hohle Krümmung; ihr Ersatz durch Gerade gleicher Richtung ist ebenfalls möglich, wenn auch weniger genau.

Durch Einführung bestimmter positiver oder negativer σ_c erhält man die entsprechenden Werte für Anfahren auf Steigungen oder Gefällen. Es hat keine Schwierigkeit, ebenso t, k und T für Geschwindigkeitsübergänge, wie für das Auffahren von Schnellzügen auf Steilrampen zu berechnen.

Auch für den Bremsabschnitt behält Gl. 1) ihre Gültigkeit, wenn an Stelle der positiven Zugkräfte Z die negativen Werte der Bremskräfte treten. Zur Ermittelung dieser sei: f die Ziffer der Reibung zwischen Bremsklotz und Radreifen, b_r das Verhältnis der Summe der Achsdrücke der gebremsten Achsen zum Gewichte des ganzen Zuges, δ das durchschnittliche Verhältnis des Bremsdruckes auf eine Achse zu deren Raddrücken, Z_b^{kg} die bremsende Kraft.

Dann wird $Z_b = 1000\, b_r\, \delta\, f\, G$.

Ist aufserdem $w'_1{}^{kg t} = f(V)$ der Widerstand für Lokomotive und Tender ohne Dampf, so nimmt die Hauptgleichung die Form an:

Gl. 6) . . . $B = Z_b - G_l\, w'_1 - G_w\, w_w - G\,\sigma,$

und wie früher wird:

Gl. 7) . . . $B = 1000\,\varrho \frac{G}{g} p = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6\,g} G \frac{dV}{dt}.$

Unter Vernachlässigung der Lokomotiv- und Wagenwiderstände, deren Einflufs auf das Ergebnis bei hohen Grundgeschwindigkeiten zu 5 %, bei niedrigen zu 15 % ermittelt wurde, erhält man dann die einfachen Beziehungen:

für die Bremszeit: $dt = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6\,g} \cdot \frac{dV}{1000\, b_r\, \delta f - \sigma_c}$,

für den Bremsweg: $dk = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6^2\,g} \cdot \frac{V\,dV}{1000\, b_r\, \delta f - \sigma_c}$,

beide gültig vom Zeitpunkte des Eintrittes der Vollwirkung der Bremse bis zum Stillstande des Zuges.

Da in diesen Gleichungen alle Gröfsen mit alleiniger Ausnahme von f als unveränderlich anzunehmen sind, so ist die Integration möglich, wenn f in Abhängigkeit von V dargestellt werden kann.*)

Die aus den Versuchen Galton's, Wichert's**) und des Unterausschusses des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen***) gewonnenen Werte von f lassen sich nun in ähnlicher Weise wie früher die Z-Linie in eine Gleichung von der Form $\alpha + 2\beta V + \gamma V^2$ bringen; setzt man also: $1000\, b_r\, \delta \,.\, f - \sigma_c = \alpha + 2\beta V + \gamma V^2$, so wird, wenn beispielsweise $\alpha\gamma - \beta^2 > 0$ ist,

Gl. 8) . $t = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6\,g} \cdot \frac{1}{\sqrt{\alpha\gamma - \beta^2}} \operatorname{arctg} \frac{\beta + \gamma V}{\sqrt{\alpha\gamma - \beta^2}} + C,$

Gl. 9) $k = \frac{1000\,\varrho}{3{,}6^2\,g} \left(\frac{1}{2\gamma} \ln (\alpha + 2\beta V + \gamma V^2) - \frac{\beta}{\gamma \sqrt{\alpha\gamma - \beta^2}} \operatorname{arctg} \frac{\beta + \gamma V}{\sqrt{\alpha\gamma - \beta^2}} \right) + C.$

Die Bestimmung des Zeitverlustes während des Bremsens erfolgt wie früher nach $T = t - \frac{k}{V_0} 3{,}6$.

Der Rechnungsgang läfst sich an Beispielen deutlicher entwickeln. Für die mittleren Zugkräfte der Lokomotiven der drei Zuggattungen (Textabb. 1) wurden die Gleichungen gefunden:

Zuggattung	Bezeichnung	Z_{gr} kg	Z kg	Höchstgrenze V_{gr} km/St
Schnellzüge . . .	S	4900	$6580 - 70\,V + 0{,}311\,V^2$	90
Personenzüge . .	P	3650	$4950 - 68{,}5\,V + 0{,}388\,V^2$	70
Güterzüge . . .	G	6250	$10300 - 243\,V + 2{,}04\,V^2$	45

Als Widerstandsformeln sollen verwendet werden:

$w_l = 3{,}8 + 0{,}027\,V + 0{,}9 \frac{V^2}{1000}$ gültig für S, P nach Barbier,

$w_w = 1{,}5 + 0{,}012\,V + 0{,}35 \frac{V^2}{1000}$ „ „ S „ v. Borries,

$w_w = 1{,}6 + 0{,}023\,V + 0{,}46 \frac{V^2}{1000}$ „ „ P „ Barbier,

$w_l = w_w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ „ „ G Erfurter Formel.

Hiermit wurden die in Textabb. 2 dargestellten Werte von σ ermittelt: (s. Zusammenstellung S. 61)

Die Fahrzeiten werden nun mit Hülfe der $\mathfrak{F}$ = Geraden in der früher erwähnten Weise dargestellt, wie in Textabb. 4 für die Grundgeschwindigkeiten 60, 80, 100 km/St durchgeführt ist; der Mafsstab ergibt sich durch Multiplikation der Einzelmafsstäbe beispielsweise:

$5^{mm} = 1$ km, 1200 „ $= \frac{1}{1\ \text{km/St}}$ | $6000^{mm^2} = 1$ St, oder 100 qmm = 1 Min.

Die Gleichung der $\mathfrak{B}$ — Geraden geht für $V = \frac{V_0}{2}$ in die der Grenzlinie $\mathfrak{G}$ über: $\sigma_{\mathfrak{G}} = 0{,}25 + \frac{V_0}{10 - 0{,}02\,V_0}$.

Die Wagengewichte für eine Güterzug-Lokomotivgattung, für die $Z_{gr} = 7100$ kg; $Z = 10400 - 187\,V + 1{,}33\,V^2$; $V_{gr} = 60$ km/St; $G_l = 100$ t, folgen aus Gl. 1a):

$$\frac{100}{G_w + 100} = \frac{s + w_w}{104 - 1{,}87\,V + 0{,}0133\,V^2}.$$

*) Für die neue Schnellbahnbremse der Westinghouse-Gesellschaft mit Zusatzbremszylinder müfste δ gleichfalls als f(V) eingeführt werden. Organ 1905, S. 259.

**) Hütte, 19. Auflage, I, S. 211.

***) Sitzung des Technischen Ausschusses vom 14. März 1901.

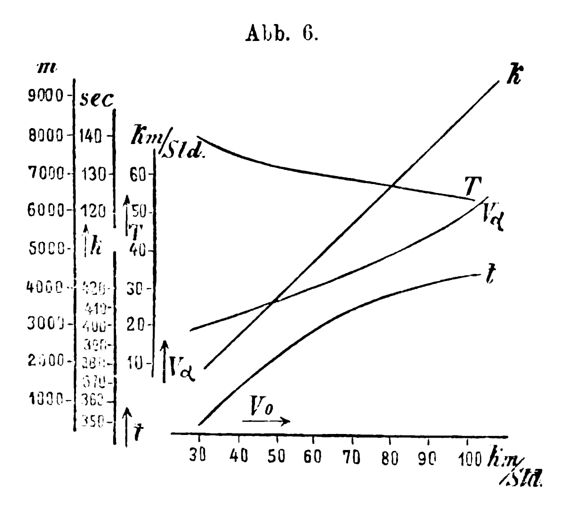
Grund-geschwindig-keit V_0 km/St	Mafsgebender Streckenwiderstand	s = 0 ‰	s = 10 ‰	s = 20 ‰
	Belastung	regelmäfsige		verminderte
90	Berechnete Gleichungen $\sigma =$	$22{,}7 - 0{,}284\,V + 0{,}62\,\frac{V^2}{1000}$	$22{,}7 - 0{,}284\,V + 0{,}62\,\frac{V^2}{1000}$	$30{,}5 - 0{,}37\,V + 0{,}93\,\frac{V^2}{1000}$
80		$17{,}7 - 0{,}228\,V + 0{,}42\,\frac{V^2}{1000}$	$17{,}7 - 0{,}228\,V + 0{,}42\,\frac{V^2}{1000}$	$31{,}0 - 0{,}38\,V + 0{,}98\,\frac{V^2}{1000}$
70		$17{,}3 - 0{,}294\,V + 0{,}96\,\frac{V^2}{1000}$	$19{,}0 - 0{,}317\,V + 1{,}08\,\frac{V^2}{1000}$	$33{,}2 - 0{,}52\,V + 2{,}12\,\frac{V^2}{1000}$
60		$13{,}3 - 0{,}235\,V + 0{,}65\,\frac{V^2}{1000}$	$17{,}4 \quad 0{,}288\,V + 0{,}93\,\frac{V^2}{1000}$	$30{,}7 - 0{,}49\,V + 1{,}95\,\frac{V^2}{1000}$
45		$11{,}6 - 0{,}328\,V + 1{,}98\,\frac{V^2}{1000}$	$20{,}5 - 0{,}54\,V + 3{,}75\,\frac{V^2}{1000}$	$35{,}0 - 0{,}89\,V + 6{,}65\,\frac{V^2}{1000}$
30		$6{,}95 - 0{,}221\,V + 1{,}08\,\frac{V^2}{1000}$	$16{,}8 - 0{,}452\,V + 0{,}02\,\frac{V^2}{1000}$	$26{,}6 - 0{,}69\,V + 5{,}0\,\frac{V^2}{1000}$
𝔉 — Gerade	Vereinfachte Gleichungen $\sigma =$	$\frac{V_0 - V}{5 - 0{,}01\,V_0}$	$c - 0{,}4\,V$	
𝔅 — Gerade		$1{,}5\,\frac{V}{V_0} - 0{,}5 + \frac{V_0 - V}{5 - 0{,}01\,V_0}$		

Wählt man den Mafsstab für G_w nach $\frac{100}{G_w + 100}$ und zeichnet die w_w-Linie von der Höhenachse nach links ein, wie in Textabb. 5, so bekommt man für $\frac{V_0}{2} = 15, 20, 25, 30$ km/St vier Punkte aus der Beziehung $G_w = \infty$ für $s = - w_w$.

Weitere vier Werte von G_w für dieselben $\frac{V_0}{2}$ liefert obige Gleichung durch Einsetzen einer bestimmten Gröfse von G_w, beispielsweise = 100 t. Nun sind die Verbindungslinien der zusammengehörigen Punkte zu ziehen und mittels der eingezeichneten Grenzlinie die Höchstbelastungen für jede Grundgeschwindigkeit festzustellen. Die gefundenen Geraden geben die Wagengewichte für die betreffende Lokomotivgattung an, und zwar für die Grundgeschwindigkeiten 30, 40, 50, 60 km/St und alle mafsgebenden Streckenwiderstände.

Die Anfahr-Zeiten und -Wege der Züge folgen aus Gl. 3) und 4) durch Einsetzen der 𝔅 — Geraden, welche für eine bestimmte Grundgeschwindigkeit berechnet wurde. Versteht man unter V_a die Geschwindigkeit, bei der die Reibungsgrenze eben erreicht wird, und nimmt man deren Verlauf nach der in Textabb. 6 gezeichneten Linie an,

Abb. 6.



so lassen sich t, k und T, Gl. 3), 4) und 5) in die beiden Teile: $\int_0^{V_a} + \int_{V_a}^{V_0}$ zerlegen, wobei das erste Integral dem unveränderlichen Z_{gr}, das zweite dem $Z = f(V)$ entspricht.

Die hiermit gefundenen Werte sind in Textabb. 6 angegeben; diese zeigt, dafs die Anfahrwege mit der Grundgeschwindigkeit annähernd nach einer Geraden wachsen, sowie, dafs die Zeitzuschläge T innerhalb der weiten Grenzen von $V_0 = 30$ bis 90 km/St nur um 12 % schwanken und im Mittel etwa 2 Minuten betragen. Dafs t, k und T durchgängig so hohe Werte annehmen, ist eine Folge der Verwendung der höchsten zulässigen Wagengewichte für die Berechnung. Mit Einführung geringerer Wagengewichte oder Zulassung einer Überlastung des Lokomotivkessels während des Anfahrens würde man den durchschnittlichen Betriebsverhältnissen näher kommen und die Ergebnisse zugleich auf die gebräuchlichen, aus Versuchen gewonnenen Anfahr-Zeiten und -Wege zurückführen, ohne an dem Rechnungsgange selbst etwas zu ändern.

Weitere Berechnungen für Anfahren auf Steigungen und Gefällen ergeben durchweg kleinere T, als für die Wagerechte, wenn ein wagerechter Anlauf von 300 m, wie er kleinen Bahnhofsanlagen entspricht, angenommen wird.

Für die Berechnung der Geschwindigkeitsübergänge wurde als Beispiel die Auffahrt eines Zuges für 90 km/St Grundgeschwindigkeit auf eine Steigung von 20 ‰ gewählt, wobei eine Überlastung des Kessels um etwa 15 % zulässig sein soll. Die Gleichung der 𝔅 = Geraden wird dann:

$$\sigma = 23{,}6 - 0{,}232\,V - 20{,}0 = 3{,}6 - 0{,}232\,V,$$

und es ergibt sich, dafs die Geschwindigkeit des Zuges nach $t_{90}^{30} = 208$ sec oder $l_{90}^{30} = 3030$ m auf 30 km/St gesunken sein wird.

Zur Bestimmung des reinen Bremsweges eines Zuges mit regelmäfsiger Belastung mit Luftdruckbremse sei angenommen:

$$V_0 = 100 \text{ km/St}; \ \delta = 0{,}8; \ \sigma_e = 0\,‰; \ f = 0{,}26 - 0{,}0032\,V + 0{,}145\,\frac{V^2}{10000},$$

$b_r = 0{,}6$, das für den Wagenzug vorgeschriebene Bremsverhältnis.

Bei Untersuchung von Einzelfällen, welche gröfsere Genauigkeit verlangen, müfsten b_r aus der Zusammenstellung des Zuges unter Einreihung der Lokomotive festgesetzt, und gegebenen Falles auch die Laufwiderstände berücksichtigt werden.

Mit diesen Werten erhält man aus Gl. 8) und 9):

$$t^0_{100} = 48 \text{ sec}, \; k^0_{100} = 770 \text{ m}.$$

Für einen Güterzug mit Spindelbremse folgt für:

$$V_0 = 45 \text{ km/St}; \; \delta = 0{,}7; \; \sigma_c = 0\,^0/_{00}; \; b_r = 0{,}08,$$
$$t^0_{45} = 126 \text{ sec}, \; k^0_{45} = 880 \text{ m}.$$

Über die Verwertung der preufsischen Mefstischblätter zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. **C. Koppe**, Professor in Braunschweig.

Berichtigung.

Auf Seite 27 des »Organ« 1906 mufs es in der zehnten Zeile von oben nicht 1 : 10000 bis 1 : 25000, sondern 1 : 10000 bis 1 : 2500 heifsen.

Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Preisausschreiben.

Zufolge eines Beschlusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, alle 4 Jahre Preise im Gesamtbetrage von 30000 Mk. für wichtige Erfindungen und Verbesserungen im Eisenbahnwesen auszuschreiben, werden hiermit folgende Preise ausgesetzt:

A. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend die baulichen und mechanischen Einrichtungen der Eisenbahnen, einschliefslich deren Unterhaltung

ein erster Preis von 7500 Mark, ein zweiter Preis von 3000 Mark, ein dritter Preis von 1500 Mark.

B. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend den Bau und die Unterhaltung der Betriebsmittel

ein erster Preis von 7500 Mark, ein zweiter Preis von 3000 Mark, ein dritter Preis von 1500 Mark.

C. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend die Verwaltung, den Betrieb und die Statistik der Eisenbahnen sowie

D. für hervorragende schriftstellerische Arbeiten über Eisenbahnwesen — für C und D zusammen —

ein erster Preis von 3000 Mark und zwei Preise von je 1500 Mark.

Ohne die Preisbewerbung wegen anderer Erfindungen und Verbesserungen im Eisenbahnwesen einzuschränken und ohne andererseits den Preisausschufs in seinen Entscheidungen zu binden, wird die Bearbeitung folgender Aufgaben als erwünscht bezeichnet:

a) Lokomotivfeuerung mit mechanischer Beschickung.

b) Verbesserung der Beheizung der Personenzüge durch Dampf, insbesondere bei langen Zügen.

c) Schlauchkuppelung für Luftdruckbremsen, durch welche die Abschlufshähne an den Leitungen entbehrlich werden, ohne die selbsttätige Wirkung bei Trennung von Zügen zu beeinträchtigen.

d) Eine Vorrichtung zur Verständigung zwischen dem Lokomotiv- und Zugpersonal, insbesondere für lange Personen- und Güterzüge ohne durchgehende Bremsvorrichtung, auch bei der Fahrt durch Tunnels.

e) Kritische Darstellung des jetzigen Standes der Frage der Motorwagen und der Führung leichter Züge durch Lokomotiven oder Motorfahrzeuge in technischer und wirtschaftlicher Beziehung.

f) Vereinfachung des Vorgangs bei der Verkehrsteilung und der Ermittelung der Anteile aus den Frachtsätzen sowie bei der Verrechnung und Abrechnung der Einnahmen aus dem Güterverkehr.

Gelangen in den einzelnen der vier Gruppen die ersten oder zweiten Preise mangels geeigneter Bewerbungen nicht zur Verteilung, so können aus den nicht zuerkannten Beträgen innerhalb derselben Gruppe mehrere zweite oder dritte Preise gewährt werden. Auch können, falls in einer Gruppe die zur Verfügung stehenden Geldmittel mangels geeigneter Bewerbungen nicht vollständig zur Verwendung kommen, die verbleibenden Beträge zu Preisverteilungen in anderen Gruppen benutzt werden.

Die Bedingungen für den Wettbewerb sind folgende:

1. Nur solche Erfindungen, Verbesserungen und schriftstellerische Arbeiten, welche ihrer Ausführung bezw. bei schriftstellerischen Werken ihrem Erscheinen nach in die Zeit vom 16. Juli 1901 bis 15. Juli 1907 fallen, werden bei dem Wettbewerbe zugelassen.
2. **Jede Erfindung oder Verbesserung mufs, um zum Wettbewerb zugelassen werden zu können, auf einer zum Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen gehörigen Eisenbahn bereits vor der Anmeldung zur Ausführung gebracht und der Antrag auf Erteilung des Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein.**
3. Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber demjenigen zuerkannt, welcher die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem eigentlichen Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.
4. Die Bewerbungen müssen durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle u. s. w. die Erfindung oder Verbesserung so erläutern, dafs über deren Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirksamkeit ein sicheres Urteil gefällt werden kann.
5. Die Zuerkennung eines Preises schliefst die Ausnutzung oder Nachsuchung eines Patents durch den Erfinder nicht aus. Jeder Bewerber um einen der ausgeschriebenen Preise für Erfindungen oder Verbesserungen ist jedoch verpflichtet, diejenigen aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, welche er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.



6. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
7. Die schriftstellerischen Werke, für welche ein Preis beansprucht wird, müssen den Bewerbungen in mindestens 3 Druckexemplaren beigefügt sein. Von den eingesandten Exemplaren wird ein Exemplar zur Bücherei der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins genommen, die anderem Exemplare werden dem Bewerber zurückgegeben, wenn dies in der Bewerbung ausdrücklich verlangt wird.

In den Bewerbungen mufs der Nachweis erbracht werden, dass die Erfindungen, Verbesserungen und schriftstellerischen Werke ihrer Ausführung oder ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, welche der Wettbewerb umfasst.

Die Prüfung der eingegangenen Anträge auf Zuerkennung eines Preises, sowie die Entscheidung darüber, ob überhaupt bezw. an welche Bewerber Preise zu erteilen sind, erfolgt durch den vom Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen eingesetzten Preisausschufs.

Die Bewerbungen müssen

während des Zeitraumes vom 1. Januar bis 15. Juli 1907

postfrei an die unterzeichnete geschäftsführende Verwaltung des Vereins eingereicht werden.

Berlin, im März 1906.
W. Köthenerstrafse 28/29.

Die geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Scherzer-Klappbrücke über den Swale.

(Engineering 1905, Juni, S. 762. Mit Zeichnungen.)

Die Brücke dient zur Überführung einer Landstrafse und der Süd-Ost- und Chatham-Bahn über den Swale. Sie hat drei Hauptträger, von denen der mittlere bei geschlossener Brücke als Balken auf zwei Stützen wirkt, während die Aufsenträger bei geöffneter Brücke ganz und bei geschlossener Brücke teilweise als Kragträger wirken. Die Aufsenträger sind mit einem Rollabschnitte von grofsem Halbmesser versehen. Diese Rollabschnitte rollen auf Gleisträgern, deren vorragende Zähne in entsprechende Nuten der Rollabschnitte greifen und so jede gleitende Bewegung verhüten. Die Fahrbahn der Landstrafse und der Eisenbahn ist mit Platten belegt, und die Aufsenträger sind oben mit einander verbunden, sodafs der Überbau in jeder Lage in der Form unverändert gehalten wird. Die Strafsen-Fahrbahn besteht aus Hartholz. Die Schienen sind in Stühle verlegt, welche Leitschienen tragen, und ruhen auf hölzernen Langschwellen in Rinnen. Das Gegengewicht ist so angeordnet, dafs der Schwerpunkt des Ganzen bei fast vollständig geöffneter Brücke in den Mittelpunkt der Rollbahn fällt, also auf keiner Seite ein Übergewicht vorhanden ist; bei geschlossener Brücke haben die Träger ein geringes Übergewicht, damit die Brücke sicher auf den Stützen ruht und Klirren beim Übergange von Zügen verhütet wird.

An der Unterseite der Triebstangen sind Zahnstangen angebracht, in welche Zahnräder greifen. Die Triebstangen werden durch Ränder am Abgleiten von den Triebrädern gehindert, und sind im Mittelpunkte des Rollabschnittes mit dem Überbaue durch Bolzen verbunden. Bei ihrer wagerechten Bewegung heben oder senken sie den Überbau mit fast genau wagerechter Schwerpunktsbahn. B—s.

Baufortschritt im Simplontunnel.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1905, XLVI. November, S. 267.)

In den Monaten Juli bis September 1905 wurden von der Nordseite aus der Firststollen um 169 m und der Vollausbruch um 157 m gefördert, auf der Südseite betrug der Fortschritt in dem am 6. Juli durchgeschlagenen zweiten Stollen 15 m, im Firststollen 63 m und im Vollausbruche 156 m. Die ganze Leistung betrug in der genannten Zeit nordseits 5378 cbm Aushub und 3249 cbm Mauerwerk, südseits 11640 cbm Aushub und 5722 cbm Mauerwerk. Die Tunnelverkleidung war Ende September auf eine Länge von 19751 m durchgeführt.

Im Tunnel waren durchschnittlich 1665, aufserhalb des Tunnels 535, im ganzen also 2200 Mann beschäftigt. Die gröfste Zahl der gleichzeitig im Tunnel beschäftigten Arbeiter betrug auf der Nordseite 290, auf der Südseite 470. Der Wasserandrang auf der Nordseite ist weiter zurückgegangen, die Ende September gemessene Ausflufsmenge betrug 72 l/Sek. am Nord- und 1217 l/Sek. am Süd-Tunnelmunde. Von letzterer Menge entfallen 290 l/Sek. auf warme Quellen.

Zur Lüftung wurden auf der Nordseite in 24 Stunden durchschnittlich 4752600 cbm Luft durch den Haupttunnel eingeführt. Für die Lüftung der südlichen Tunnelhälfte wurden innerhalb 24 Stunden durchschnittlich 3159650 cbm Luft in den zweiten Stollen eingeprefst. —k.

*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70; 1903, S. 84; 1904 S. 236; 1905, S. 106, 264 u. 322.

Neue Lokomotivschuppen der Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn zu Elkhart.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, Dezember 1905, S. 2880. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 und 13 auf Tafel XV.

Die Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn hat vor einiger Zeit in Elkhart, wo drei Haupt- und mehrere Zweiglinien endigen, zwei mit allen Neuerungen ausgestattete Lokomotivschuppen gebaut. In diesen werden viele kleinere, bislang den Hauptwerkstätten überlassene Ausbesserungsarbeiten ausgeführt. Nach kurzem Betriebe hat man bereits erfahren, dafs Lokomotiven nach kleinen Ausbesserungen schneller als früher in Dienst gestellt werden konnten.

Seit einigen Jahren ist die Aufmerksamkeit der Eisenbahngesellschaften besonders auf das Reinigen, Auswaschen und Füllen der Kessel gerichtet wegen der zahlreichen Schäden, welche



der mangelhaften Ausführung dieser Arbeiten zuzuschreiben sind, und während des letzten strengen Winters hat man bereits ein merkliches Abnehmen der Leckstellen an Feuerkiste und Heizrohren feststellen können.

Für die Personen- und Güterzug-Lokomotiven sind zwei getrennte Schuppen gebaut (Abb. 12, Taf. XV). Zwischen diesen liegen die Ausbesserungswerkstätte, die Lagerräume und das Kesselhaus. Die Kohlen-, Sand- und Wasser-Anlage sind beiden Schuppen gemeinschaftlich. Die Bekohlungsanlage und das Sandlager befinden sich über den zum Güterzuglokomotiv-Schuppen führenden Gleisen.

Der Personenzuglokomotiv-Schuppen enthält 16, der für Güterzuglokomotiven 34 Gleise. Sie haben beide dieselbe Bauart und sind so angeordnet, dafs sie später erweitert werden können; sie sind durch einen 4,88 m breiten Gang verbunden, in dem ein zwei Gruben der Schuppen verbindendes Gleis liegt. In dem Gebäude nördlich dieses Ganges befinden sich die Ausbesserungshalle von 31,1 m × 7,6 m und ein Vorratlager von 31,1 m × 7,3 m. Am Ende dieses Gebäudes liegen die Ankleide-, Aufenthalts- und Waschräume für die Lokomotivführer und Heizer, sowie das Öllager. Dieser Teil des Gebäudes besitzt noch ein Stockwerk, welches Schlafräume enthält.

Auf der andern Seite des Ganges ohne Verbindung mit diesem liegt das Kesselhaus von 22,1 m × 10,36 m. Die Diensträume des Betriebswerkmeisters und des Telegraphisten, sowie die Aufenthaltsräume für die Schlosser befinden sich an einem Ende des Güterzuglokomotiv-Schuppens. Der Betriebswerkmeister ist somit imstande, von seinem Dienstraume aus die Ein- und Ausfahrt aller Lokomotiven zu überwachen. Die beiden vorhandenen Drehscheiben haben 25,9 m Durchmesser und werden elektrisch angetrieben.

Der zwischen den Tragesäulen liegende Raum der Aufsenmauern ist fast vollständig durch Fenster ausgefüllt. Die Schuppen sind durch starke Steinmauern in Abteilungen eingeteilt, von denen jede 6 bis 8 Gruben enthält. Diese Einrichtung gestattet, die nicht in Benutzung befindlichen Abteilungen abzuschliefsen und dadurch an Heizung zu sparen.

Der Fufsboden des Kesselhauses liegt 2,74 m unter Erdboden, um die Kohlenzufuhr zu den Kesseln zu erleichtern. Die Trichterwagen werden an die Längsseite des Kesselhauses gefahren und die Kohle wird unmittelbar in die Kohlenbunker vor den Kesseln ausgeschüttet. Die Aschengruben werden mittels Prefsluft-Hebevorrichtungen entleert; die Asche fällt aus diesen in einen Trichter, welcher über dem Kohlenzufuhrgleise liegt und eine Wagenladung aufnehmen kann.

Die Lokomotivuntersuchungsgruben sind 19,8 m lang und mit einer starken Betonschicht bekleidet. Die Rauchfänge bestehen aus Holz, welches mit einer Asbestschicht bedeckt ist. Bis zum Dache haben sie die Form einer abgestumpften Pyramide von 3,66 m × 1,68 m unterer und 1,27 m × 0,76 m oberer Fläche. Sie gehen um ungefähr 1,8 m über den Giebel hinaus. Jeder Rauchfang hat sechs kreisförmige Öffnungen, durch welche Rauch und Dampf aus dem Innern des Schuppens entweichen können. Durch die Höhe der Rauchfänge von 9,75 m wird ein kräftiger Zug erzeugt, sodafs die Schuppen frei von Rauch sind.

Für jeden Schuppen ist in den Ab- und Zufuhr-Gleisen eine Anzahl Löschgruben vorgesehen. Die zum Güterzuglokomotiv-Schuppen gehörigen Gruben sind 61 m, die des Personenzuglokomotiv-Schuppens 36,6 m lang. Die äufsere Schiene der Aschengruben ruht auf einer Steinmauer, während die innere von gufseisernen Stützen getragen wird, um die Asche nach der Seite herausziehen zu können. Zwischen je zwei Aschengruben und tiefer als sie liegt ein Gleis für Wagen, auf welche die Arbeiter die aus den Gruben herausgezogene Asche laden.

Das zum Füllen der Kessel angewendete Verfahren ist insofern sehr praktisch, als Wasser von der gewünschten Wärme bis 177 ° C. den Kesseln zugeführt werden kann. Das beim Reinigen der Lokomotiven bereits verwendete heifse Wasser wird in einem Anbaue des Kesselhauses erhitzt.

Eine besondere Einrichtung gestattet, Dampf den Bläsern der Lokomotiven zuzuführen, um den Zug zu betätigen. Der Dampf wird in Röhren von 76 mm Durchmesser vom Kesselhause den Schuppen zugeführt, in welchen die Rohre an den Dachbindern entlang gehen, die Verbindung mit den Bläsern erfolgt durch biegsame Kuppelungen. Das Ventil, welches den Eintritt des Dampfes in die Kuppelung regelt, wird durch eine lange Stange vom Boden des Schuppens aus bedient.

Im Innern der beiden Schuppen liegen an den Aufsenmauern entlang Betonkanäle (Abb. 13, Taf. XV), die durch einen dritten, das Kesselhaus durchquerenden Kanal verbunden sind und in denen die Hauptdampfleitungen zum Heizen der Räume liegen. Im Innern der Schuppen sind diese Kanäle mit Gufseisenrosten, im Freien mit Holzbohlen belegt.

Man benutzt zum Heizen möglichst den Auspuffdampf der Pumpen und im Notfalle Frischdampf. Die Heizkörper in den Lokomotivgruben und unter den Fenstern der Schuppen sind an die Hauptdampfleitungen der Kanäle angeschlossen, die im Güterzuglokomotiv-Schuppen 203 mm, im Personenzuglokomotiv-Schuppen 152 mm Durchmesser haben. Durch die Gufseisengitter der Kanäle heizt die von den Rohrleitungen ausgestrahlte Wärme die Gebäude mit.

Die Beleuchtung der Schuppen ist bei Tage eine sehr gute, da fast die ganze äufsere und ein grofser Teil der innern Mauer mit Fenstern versehen ist, bei Dunkelheit werden die Schuppen durch elektrische Bogenlampen beleuchtet. Der von einer Elektrizitätsgesellschaft gelieferte Strom hat für die Beleuchtungsanlage 110 Volt und für die Kraftübertragung 440 Volt Spannung.

Zur Ausführung der laufenden Ausbesserungen an den Lokomotiven ist eine kleine, sehr gut ausgerüstete mechanische Werkstätte mit einer Triebmaschine von 20 P.S. vorgesehen. Die Ausrüstung der Werkstatt besteht aus zwei Drehbänken, einer Stofsmaschine, einer umschwingenden Bohrmaschine, einer Wasserpresse, einer Feilmaschine, einem Bradley'schen Hammer, sowie verschiedenen kleineren beweglichen Maschinen und einigen Schmiedeessen. Die Kesselanlage enthält drei Röhrenkessel nach Cahall, welche mit Schüttelrosten versehen sind. Eine Franklin'sche Pumpe erzeugt die Prefsluft und zwei Franklin-Morse-Doppelpumpen bedienen die Kessel.

Das für die Lokomotiven bestimmte Öl wird mittels Handpumpen Behältern entnommen, welche im Keller des Lagerhauses liegen. Die Bekohlungsanlage und der Sandausgaberaum sind

in einem Holzbaue untergebracht, welcher von einem sechs Gleise überragenden Eisengerüste getragen wird. Die auf Trichterwagen herangeschaffte Kohle wird durch einen selbsttätigen Lader der Hebevorrichtung zugeführt, welche sie zu einem der sechs Schütteltrichter für je 113 t Kohlen bringt. Der Lader und die Hebevorrichtung werden durch elektrische Maschinen von 5 P.S. und 20 P.S. angetrieben.

Der Sand wird nach dem Trocknen mittels Prefsluft einem Behälter zugeführt, aus welchem er in die Verteilungstrichter abgelassen wird. Die letzteren sind mit biegsamen Zuleitungen zu den Sandkästen der Lokomotiven versehen. Die Wasserkräne stehen in der Nähe der Verteiler, sodafs eine Lokomotive zu gleicher Zeit mit Wasser, Kohle und Sand versorgt werden kann. H—t.

Maschinen- und Wagenwesen.

Die Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen auf der Ausstellung in Lüttich.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, vol. XIX, Nr. 9. September 1905, S. 2575. Mit Abb.; Engineering 1905, Oktober, Seiten 482 und 505. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 15 auf Tafel XIV, und Abb. 1 bis 11 auf Tafel XV.

Auf der Lütticher Ausstellung hat die belgische Staatsbahn Musterlokomotiven 13 verschiedener Gattungen ausgestellt, wie sie jetzt mit Ausnahme einiger, die nur für Versuchszwecke bestimmt sind, im Betriebe verwandt werden. Von neueren Lokomotivgattungen mit einfacher Dampfdehnung und Heifsdampf sind Muster der Bauarten Nr. 15, 32 und 18 ausgestellt. Diesen sind 2/4 gekuppelte Lokomotiven mit in den Langkessel eingebautem Überhitzer, deren Bauart wenig bemerkenswertes bietet.

Die Gattung Nr. 35 wird durch eine 3/5 gekuppelte Heifsdampflokomotive vertreten, deren Bauart von der gleichfalls mit ausgestellten ältern Lokomotive ohne Heifsdampf nicht viel abweicht. Ihre Zugkraft beträgt 15,200 kg. die Dampfspannung = 14 at, das Betriebsgewicht = 70,22 t, der Zylinder-Durchmesser = 520 mm, der Hub = 660 mm, die Heizfläche = 144,96 qm, wovon 130,05 qm auf die Heizrohre und 14,91 qm auf die Feuerkiste entfallen. Während die Nafsdampf-Lokomotive 1,60 m Triebraddurchmesser aufweist, besitzt diese Triebräder von 1,7 m Durchmesser. Vergleichende Versuche haben ergeben, dafs die Heifsdampflokomotive mit einer um 12,5 % sparsamern Ausnutzung des Heizstoffes bei einer Mehrleistung von 10 % gegenüber der Nafsdampflokomotive arbeitet. Letztere vermag 375 t Last auf einer Steigung von 13 ‰ mit 40 km/St. Geschwindigkeit zu befördern, während erstere 355 t auf einer Steigung von 5 ‰ mit 70 km/St. fahren kann. Einzelheiten der Bauart sind bereits im Mai 1904 in der Quelle beschrieben.

Mehr Beachtung verdient die neue Bauart einer vierzylindrigen, 3/5 gekuppelten Schnellzug-Heifsdampflokomotive, die von der Société anonyme »La Meuse« in Sclessin, Lüttich, erbaut ist (Abb. 1 und 2, Taf. XV). Ihre Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser = 435 mm, Hub = 610 mm, Betriebspannung = 14 at, Triebraddurchmesser 1,98 m, Laufraddurchmesser = 900 mm, Heizfläche 155,75 qm, Rostfläche 3,01 qm, Leergewicht = 76 t, Zugkraft 16850 kg.

Eine gleichgebaute, aber ohne Heifsdampf arbeitende Lokomotive befindet sich zur Zeit im Betriebe. Ihr Zylinderdurchmesser ist nur 420 mm.

Der Kessel der Heifsdampflokomotive ist aus drei 18 mm starken Schüssen aus Flufseisenblech zusammengesetzt, deren kleinster Durchmesser 1650 mm beträgt. Der Länge nach ist der Kessel durch vier Ankereisen abgesteift. Er besitzt 205 Rohre, 25 eiserne von 127 mm Durchmesser und 180 aus Messing mit 50 mm Durchmesser. Jedes der gröfseren Rohre enthält 2 U-förmige Rohre für den auf 300 bis 350° C. zu überhitzenden Dampf. Wie Abb. 1 und 2, Taf. XV zeigen, münden diese Überhitzerrohre in eine oben in die Rauchkammer eingebaute Dampfkammer. Je nach Bedarf kann der Überhitzer ausgeschaltet werden. Da der Kessel sehr hoch, 2,80 m über S.O. liegt, hat man die Höhe des Domes um 598 mm verringern müssen. Um das Überreifsen von Wasser zu vermeiden, ist in den Dom in bekannter Weise ein Querblech und ein Rohrkrümmer eingebaut, in den das Dampfsammelrohr des Langkessels mündet. Die Lokomotive ist mit Heusinger-Steuerung mit Kolbenschiebern ausgerüstet, die mit Inneneinströmung arbeiten und Metalldichtungen haben. Die Schieber erhalten die durch die Innenausströmung bedingte Bewegung in richtiger Weise dadurch, dafs die inneren Kolbenschieber I, I (Abb. 14 und 15, Taf. XIV) durch die auf der wagerechten Welle C sitzenden Zwischenhebel A und B angetrieben werden, und diese Bewegung durch die wagerecht angeordneten Hebel H auf die aufsen liegenden Schieber E E übertragen. Bei dem durch Versetzen der Kurbeln um 180° erzielten Massenausgleiche ist der Gang der Maschine ein ruhiger. Das Anfahren geht leicht. Die Schmierung geschieht durch zwei Ölpumpen. Der dreiachsige Tender kann 20 cbm Wasser und 6 t Kohlen aufnehmen. Die Quelle bringt ein Schaubild der Streckenverhältnisse und der dabei erzielten Fahrgeschwindigkeiten nebst angewendeten Überhitzungen bei den angestellten Versuchsfahrten.

Die Société anonyme J. Cockerill in Seraing hat eine 2/5 gekuppelte Verbund-Schnellzuglokomotive der Atlantic-Bauart ausgestellt, die mit einer neuen Dampf-Umsteuerung der Bauart Flamme-Rongy ausgerüstet ist. Die Umsteuerung erfolgt durch entsprechende Einstellung des Dreiwegehahnes V durch den Dampfzylinder W (Abb. 10 bis 13, Taf. XIV). Dieser Hahn wird durch die an E befestigte Zugstange D verstellt, sobald der Handhebel A umgelegt wird. Hierdurch wird nämlich der Zapfen E seitlich verschoben, da der Drehpunkt B des Hebels A zunächst als festliegend zu betrachten ist. V sendet nun je nach der Drehrichtung frischen Dampf auf die Vorder- oder Rückseite des Kolbens W, der mit Hülfe von T den auf der Steuerungsteilung K gleitenden Steuerhebel C verschiebt. Hierdurch ändert sich die Lage des vorher festen Drehpunktes B des Handhebels t, wodurch zugleich auch E wieder in seine vorherige Lage gegenüber der Drehachse von C einrückt. Ist dieses erreicht, so sperrt V den Dampfeintritt in W ab, und die Umsteuerung ist vollendet.

Die Handgriffe J und J_1 (Abb. 3, Taf. XV) setzen nach Bedarf die Hebel C und C' in oder aufser Eingriff mit der Steuerspindel.

Soll ganz umgesteuert, also die Bewegungsrichtung der Lokomotive umgekehrt werden, so wird die Spindel durch J und J_1 ausgekuppelt und die Dampfumsteuerung durch den Hebel A allein bewirkt, wie oben beschrieben. Soll nur die Füllung verändert werden, so wird das durch Drehen des Handrades bei gekuppelter Spindel erreicht, wobei der in W wirkende Dampfdruck den Führer unterstützt, die Einstellung also nur erleichtert.

Um für Hochdruck- und Niederdruckzylinder getrennte Füllungen erzielen zu können, ist die ganze Anordung V, W, A, C, doppelt ausgeführt, und die beiden Hebel A' und A'' sind durch die mittels Handhebels verstellbaren Gelenkstangen P und Q verbunden. Abb. 12, Taf. XIV zeigt eine Einstellung, bei der der Niederdruckzylinder gröfsere Füllung erhält als der Hochdruckzylinder. Um bestimmte Füllungsgrade erzielen zu können, ist die Steuerung mit Gradteilung versehen, die ebenso wie das Steuerungshandrad Ausklinkungen besitzt, in die Schnepper greifen.

Von demselben Werke ist auch eine vierzylindrige, 3/5 gekuppelte Verbund-Heifsdampflokomotive, Gattung 19b, ausgestellt (Abb. 8 und 9, Taf. XIV). Ihre Abmessungen sind im Wesentlichen folgende: Triebraddurchmesser 1,80 m, Laufraddurchmesser 0,90 m, Heizrohrzahl 249 und zwar 30 von 107 mm Durchmesser und 219 von 50 mm Durchmesser, Heizrohrlänge 4,00 m, Heizfläche in den Rohren 157,62 qm, in der Feuerbüchse 18,35 qm, Heizfläche 175,97 qm, Überhitzerheizfläche 41,50 qm, Rostfläche 3,01 qm, Leergewicht 74 t, Zugkraft 11,700 kg, Kesseldruck 15,5 at.

Die innen liegenden Hochdruckzylinder sind gegen die äufseren Niederdruckzylinder in der Längsachse des Kessels etwas versetzt und treiben die erste Triebachse an, während jene auf die zweite wirken.

Diese Lokomotive ist mit einem Überhitzer (Abb. 9 bis 11, Taf. XV) ausgerüstet, der es für Versuchszwecke ermöglicht, den Dampf entweder hintereinander einmal vor Eintritt in die Hochdruckzylinder und dann nochmals vor dem Übertritte in die Niederdruckzylinder zu überhitzen, oder nur allein vor Eintritt in die letzteren. Dadurch ist die Anordnung etwas unübersichtlich und die Rauchkammer durch die vielen Rohre verbaut, ein Übelstand, der aber für die Versuchszwecke der Lokomotive nicht weiter ins Gewicht fällt. Bei der vorerwähnten zweimaligen Überhitzung des Dampfes strömt der aus dem Regler A kommende Dampf durch das Ventil B, die Kammer C, das linke Überhitzerrohrbündel in die Kammer D, von wo er durch das Ventil B' und durch die Rohre E in die Hochdruckzylinder tritt. Nach Dehnung in diesen strömt der verbrauchte Dampf durch den Auspuff F wieder durch B' und von hier durch G in die unter dem Dome liegende Kammer H. Von H gelangt er durch das rechte Rohrbündel nach J, von wo er aufs Neue überhitzt durch K in die Niederdruckzylinder tritt.

Soll der Dampf nur vor Eintritt in die letzteren überhitzt werden, so strömt er vom Regler durch B, das Rohr L, das Ventil B' gleich in die Hochdruckzylinder, von denen er durch B' in die Kammer D gelangt. Von dieser strömt er durch das linke Rohrbündel, die Kammer C, Ventil B, Kammer H durch das rechte Überhitzerbündel, Kammer J nach den Niederdruckzylindern.

Das Verhältnis der kleinen zu den grofsen Zylindern beträgt 1 : 2,9, um unnütze Zusammendrückung in den letzteren zu vermeiden.

Das Anfahren geschieht mit 0,9 Füllung und wird durch ein in der Rauchkammer sitzendes, selbsttätig wirkendes Ventil erleichtert, das frischen Dampf von 6 at in die grofsen Zylinder sendet, sowie die Dampfspannung in diesen die Grenze von 6 at unterschreitet.

Die Steuerung ist die von Heusinger. Die Kolbenschieber arbeiten mit Inneneinströmung, deshalb sind die Gegenkurbeln um 180° versetzt aufgekeilt. Ähnlich der Steuerungsbauart der vorher erwähnten Lokomotive wird auch hier das Voreilen der einzelnen Schieber von den äufseren Kreuzköpfen mittels Übertragungshebel H (Abb. 15, Taf. XIV) bewirkt.

Aufser diesen beiden letztgenannten Lokomotiven hat das Werk J. Cockerill noch eine der Bauart Nr. 10 ausgestellt.

Diese unterscheidet sich von Nr. 19 b nur durch den um 18 cm gröfsern Triebraddurchmesser von 1,98 m, sowie dadurch, dafs der Dampf nur vor Eintritt in die Niederdruckzylinder überhitzt wird, und dafs alle vier Zylinder neben einander die erste Triebachse antreiben.

Der gröfsere Triebraddurchmesser ist mit Rücksicht auf die Beförderung schwerer Schnellzüge auf ebenen Strecken und solchen mit mittlerer Neigung gewählt.

Entsprechend der Überhitzungsweise ist die Bauart des Überhitzers wesentlich einfacher, die nach dem Vorhergehenden ohne weiteres aus Abb. 6 bis 8, Taf. XV verständlich ist. Mit einigen kleinen Abänderungen ist auch die Steuerung dieser Lokomotive dieselbe, wie bei Nr. 19 b.

Umfassendere Vergleiche der Bauarten werden unternommen werden, wenn der ebenfalls in Lüttich ausgestellte Dynamometerwagen für Versuchsfahrten verfügbar sein wird.

R—l.

Frahms Lokomotiv-Geschwindigkeitsmesser.*)

Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XII.

Die Wirkungsweise des Frahmschen Geschwindigkeitsmessers ist früher**) beschrieben; es sei daher hier nur erwähnt, dafs die geringere oder gröfsere Geschwindigkeit der Lokomotive in dem an der Stirnseite einer Lokomotivlaufachse befestigten Wechselstromerzeuger, dem Geber, Wechselstrom niedriger oder höherer Schwingungszahl, etwa 3000 bis 6000 in der Minute erzeugt. Dieser Wechselstrom wird nach dem Geschwindigkeitsanzeiger, dem Empfänger, geleitet, welcher aus einem Kamme von 55 Federn besteht, die innerhalb dieser Erregungszahl stufenweise abgestimmt sind.

Dieser Kamm ist auf zwei Blattfedern befestigt und trägt einen Weicheisenflachstab, der den Anker eines mit Spulen

*) D. R.-P. No. 134712, Schweiz. Patent Nr. 26504.

**) Organ 1905, S. 135.

versehenen Hufeisenmagneten bildet. Diese Spulen werden von dem Wechselstrome durchflossen, und dadurch wird das magnetische Feld abwechselnd verschwächt und verstärkt. Infolgedessen gerät der Anker und mit ihm der ganze Kamm und die auf ihm befestigten Federn in regelmäſsige, der Erregungszahl entsprechende Schwingung, die aber so gering ist, daſs sie mit unbewaffnetem Auge nicht beobachtet wird, mit Ausnahme derjenigen Federn, deren Eigenschwingungszahl genau oder sehr nahe mit der Erregungszahl des Wechselstromes zusammenfällt; diese Federn geraten in sehr starke Schwingungen und zeigen dadurch die Erregungszahl des Wechselstromes und damit die Geschwindigkeit der Lokomotive an; auf einer Teilung liest man dann unmittelbar die Geschwindigkeit in km/St. ab.

Diese Teilung, welche sich zu beiden Seiten der Federn befindet, zeigt links halb so groſse Werte wie rechts, sie geht beispielsweise auf der linken Seite von 30 bis 60 und auf der rechten Seite von 60 bis 120 km. Wenn also zum Beispiel die unterste Feder schwingt, so kann dies sowohl 30 als auch 60 km Geschwindigkeit bedeuten. Nun ist aber einerseits der Ausschlag der Feder bei der halben Geschwindigkeit geringer, als bei der vollen und anderseits weiſs der Führer zu unterscheiden, ob er mit 30 oder 60, 45 oder 90, 60 oder 120 km fährt; man kann also über die wirkliche Geschwindigkeit nicht im Zweifel sein.

Durch eine Schraube, welche gegen ein federndes Blatt des Kammes drückt, kann der Ausschlag der Federn geregelt werden.

Bauart und Gröſsenverhältnisse des Gebers und Empfängers, wie solche in den Abb. 1 bis 7, Taf. XII dargestellt sind, bleiben im allgemeinen für alle Lokomotivarten dieselben, eine Änderung erfahren nur die inneren Teile dieser Vorrichtungen entsprechend den in Frage kommenden Geschwindigkeitsgrenzen und Laufraddurchmessern.

Der Geber wird an der linken oder rechten Stirnseite einer Lokomotivlaufachse vorn oder hinten befestigt; wenn angängig, wähle man der Einfachheit halber das dem Führerstande nächste, also meist das rechte hintere Laufachsende.

Das Gebergehäuse wird gegen Drehung durch einen Anschlag gesichert und festgehalten (Abb. 1 und 2, Taf. XII), die Geberachse in dauerhafter Weise mit dem Laufachsende verbunden, sie besitzt zu diesem Zwecke am Anschluſsende einen Flansch von 140 mm Durchmesser und 14 mm Dicke, das Ganze aus einem Stücke geschmiedet. Dieser Flansch trägt an der Anschluſsseite einen ringförmigen Bund, Abb. 1, Taf. XII, der in die Lokomotivachse eingelassen wird und den Körner dieser Achse unversehrt läſst.

Die Befestigung der Geberachse auf der Lokomotivachse erfolgt durch drei Mutterbolzen, welche in einem Lochkreisdurchmesser von 100 mm in die Lokomotivachse eingeschraubt werden.

Der gröſsern Sicherheit halber besitzen diese Bolzen (Abb. 1, Taf. XII) kegelförmige Bunde ohne jede scharfe Eindrehung. Die ringförmige Eindrehung und die Bohrung der Bolzenlöcher in der Lokomotivachse müssen unter Benutzung einer Lehre vorgenommen werden.

Auf der Geberachse ist das mit Dochtschmierung versehene Gebergehäuse gelagert und gegen das Herauslaufen mit einer rechtsgängigen Scheibenmutter und einer linksgängigen Gegenmutter leicht verstellbar und doch unbedingt sicher geschützt.

Ferner befindet sich auf dieser Geberachse ein warmaufgezogener innerer Flanschring, der mit einer Anzahl von Nocken versehen ist. Diese Nockenscheibe bildet den umlaufenden Anker eines ruhenden bleibenden Magneten; die Anzahl der Nocken ist vom Laufraddurchmesser und den geforderten Geschwindigkeitsgrenzen abhängig.

Um die Nockenzahl und die Schwingungszahlen der Empfängerfedern berechnen zu können, ist die Angabe des Laufkreisdurchmessers des betreffenden Rades in neuem und in abgedrehtem Zustande, und der obern Geschwindigkeitsgrenze in km/St. erforderlich.

Das Metallgehäuse des Gebers ist mit einer auswechselbaren Rotguſs-Laufbüchse und einem Deckel versehen; in das Gehäuse unverrückbar eingelassen und festgeschraubt sind drei Stück übereinanderliegende Ringmagnete (Abb. 1, Taf. XII), von welchen sich der unterste mit den Flachseiten seiner Enden an zwei die Polschuhe bildende und mit Spulen versehene Bolzen anschmiegt, deren andere Enden durch das Gebergehäuse hindurchgehen und sich den Nocken bis auf einen kurzen Abstand nähern. Während der Bewegung der Lokomotive nimmt die Geberachse und mit dieser die Nockenscheibe an der Umdrehung der Lokomotivachse teil, während das Magnetgehäuse festgehalten wird; die Nocken streichen dann an den Polschuhen vorbei und erzeugen durch abwechselndes Öffnen und Schlieſsen des magnetischen Kreises in deren Spulen einen Wechselstrom, der von den Spulen nach den Klemmschrauben im untern Teile des Gehäuses und von da durch ein Kabel weitergeleitet wird. Die Festhaltung des Gebergehäuses erfolgt durch ein Stahlrohr, welches einerseits mit dem Gebergehäuse fest verbunden, anderseits in einer den vielen Bewegungen von Rad und Lokomotivrahmen gegeneinander Rechnung tragenden Weise am Rahmen geführt wird. Durch dieses Stahlrohr wird zugleich das aus dem Geber kommende Kabel in einer Schleife bis zu den in der Nähe des Rohrendes am Lokomotivrahmen angebrachten Klemmen geleitet, von denen ein anderes Kabel zum Empfänger weiterführt. Durch diese Anordnung wird erreicht, daſs das Gebergehäuse beim Auswechseln der Laufachse nicht geöffnet zu werden braucht.

Das Geberstellrohr muſs an seinem obern Ende so geführt sein, daſs es nach allen Richtungen, auch in der senkrechten, frei spielen kann und trotzdem die Umdrehung des Gebergehäuses zuverlässig verhindert.

Wo sich das Geberrohr durch ein Laufblech der Lokomotive durchführen läſst, ohne in das Innere des Führerstandes zu kommen, genügt schon ein einfacher Schlitz in der Richtung der Laufachse, durch welche die Stange mit einem Spielraume von je 60 mm nach beiden Seiten hindurchgesteckt wird.

In vielen Fällen wird es möglich sein, auf dem Radkasten ein geschlitztes Flacheisen anzubringen, durch dessen Schlitz das Stahlrohr in derselben Weise hindurchgesteckt wird. (Abb. 3, Taf. XII.)

Wo indes ein einfacher Führungsschlitz nicht anwendbar ist, muſs man etwa zu der in Abb. 4, Taf. XII dargestellten

Vorrichtung greifen. Sie besteht aus einem unter dem Führerstande anzubringenden Gufsböckchen mit wagerechtem, zylindrischen Schlitze, in welchem eine durchbohrte Kugel frei spielen kann, aber durch Querbolzen am Herausgleiten gehindert wird. In der Bohrung dieser Kugel kann sich das Rohr nach allen Richtungen hin frei bewegen. Die Grenzen der seitlichen Bewegung der Kugel sind mit je 60 mm nach beiden Seiten, die der Höhenverschiebung des Rohres mit je 50 mm auf- und abwärts angenommen. Das vom Geber kommende Kabel endigt bei den in der Nähe der Geberfeststellung angebrachten Klemmen.

Die Vorrichtung, welche die Geschwindigkeit der Lokomotive anzeigt, der Empfänger (Abb. 5 bis 7, Taf. XII), wird an einer dem Führer bequem sichtbaren Stelle befestigt. Um zu verhüten, dafs die Federn durch die Erschütterungen der Lokomotive in Schwingungen versetzt werden, ist das Gehäuse mittels Federbändern in einem aus U-Eisen gebildeten Rahmen aufgehängt, der aufsen 375 auf 175 mm mifst und am besten mit Hakenschrauben auf der rechten Seite des Führerstandes, etwa 1,50 m über Bodenhöhe, angeschraubt wird.

Aufsen am Gehäuse des Empfängers wird ein Kabel durch ein Klemmstück festgehalten, seine beiden Drähte werden mit den Klemmen aufsen verbunden, das andere Ende des Kabels wird zu den in der Nähe der Geberfeststellung anzubringenden Klemmen geleitet und erhält hier seine Fortsetzung in dem zum Geber führenden Kabel.

Die Regelsschraube wird durch einen Steckschlüssel bedient, welcher nach der auf einer Versuchsfahrt vorzunehmenden Einstellung in Verwahrung des Werkstättenvorstandes bleibt.

Das Zifferblatt ist mit Schrauben auf vier Säulen befestigt und kann gegen ein anderes ausgewechselt werden, das dem durch Abdrehung geänderten Durchmesser des Laufrades entspricht.

Bei Lokomotiven mit zwei Führerständen können zwei Empfänger von einem Geber aus betrieben werden, ebenso kann aufser dem Empfänger im Führerstande auch noch ein zweiter im Dienstraume des Zugführers angebrachter von dem einen Geber betrieben werden, falls die Überwachung der Geschwindigkeit durch den Zugführer wünschenswert erscheinen sollte. —k.

Der Schenectady Lokomotiv-Überhitzer.*)

(Railroad Gazette 1904, September, S. 292. Mit Abbildungen.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Taf. XVII.

Die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft hat an einer 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotive der New-York-Zentral-Bahn einen bemerkenswerten, von ihrem Ingenieur F. J. Cole entworfenen Überhitzer ausgeführt, welcher abweichend von verwandten Bauarten keine gebogenen Rohre hat und Auswechselung schadhafter Heizrohre gestattet, ohne jemals in gröfserm Umfange auseinandergenommen werden zu müssen.

An Stelle des gewöhnlichen Kreuzrohres der Hauptdampfleitung ist ein fast die ganze Breite der Rauchkammer einnehmender Sammelkasten angeordnet, dessen wagerecht geteilter Raum sich in elf gegen die Vorderseite geschraubten, senkrecht geteilten Dampfkammern fortsetzt (Abb. 4 und 5, Taf. XVII). Vom vordern und hintern Raume jeder Dampfkammer erstrecken sich je fünf über einander und paarweise in einander liegende Rohre in besonders weiten Heizrohren in den Langkessel, in welchem sie etwa 300 mm vor der hintern Rohrwand endigen. Die inneren Überhitzerrohre von 27 mm äufserm Durchmesser sind an beiden Enden offen, die äufseren 44,5 mm weiten Rohre hinten geschlossen. Der Nafsdampf strömt aus dem obern Raume des Sammelkastens durch die vorderen Räume der Dampfkammern nach den inneren Überhitzerrohren und gelangt dann durch die äufseren Überhitzerrohre, in welchen er hauptsächlich überhitzt wird, und die hinteren Räume der Dampfkammern nach dem untern Teile des Sammelkastens, welchen er durch die beiden seitlichen, mit den Schieberkasten verbundenen Rohrstützen verläfst.

*) Neuere Bauart siehe Organ 1905, S. 23.

Der äufsere Durchmesser der für den Überhitzer verwendeten Heizrohre beträgt 76 mm. Die Überhitzerrohre sind in deren oberm Teile untergebracht, so dafs für den Durchgang der Heizgase ein möglichst breiter Raum verbleibt, wodurch dem Verstopfen vorgebeugt und die Reinigung erleichtert werden soll (Abb. 5, Taf. XVII). Hinten werden die äufseren Rohre durch angeschweifste, sattelförmige Stücke gehalten, während die inneren ohne besondere Stützung in den äufseren frei aufliegen. Am vordern Ende sind erstere in den Dampfkammern eingewalzt, letztere eingeschraubt. Das Einschrauben geschieht von vorn durch besondere Einsatzöffnungen, welche durch Pfropfen geschlossen werden. Um ein Erglühen der Rohre auszuschliefsen, ist der in der Rauchkammer liegende Teil von Blechwänden umschlossen, deren unterer, als Klappe ausgebildete, selbsttätig gestellt wird. Solange der Regler geöffnet ist, wird die Klappe von einem in Abb. 5, Taf. XVII unten rechts sichtbaren kleinen Dampfzylinder offen gehalten, beim Abstellen des Dampfes aber durch eine hinter dem Zylinder befindliche Feder geschlossen, sodafs die Heizgase die vom Überhitzer benutzten Heizrohre nicht durchströmen, wenn nicht die Zylinder Dampf erhalten.

Der durch den Einbau gröfserer Heizrohre bedingte Verlust an Heizfläche gegenüber den gleichen 2/5 gekuppelten Nafsdampflokomotiven wird durch die Überhitzung mehr als ausgeglichen. Der Unterschied in den Heizflächen beträgt nach der folgenden Zusammenstellung:

	Heizfläche, äufsere, qm		
	Feuerbüchse	Heizrohre	Ganze Heizfläche
2/5 gekuppelte Nafsdampf-Lokomotive	16,3	301,7	318
2/5 gekuppelte Heifsdampf-Lokomotive	16,3	263,6	279,9
Unterschied $^0/_0$ . .	0,0	12.6	11,9

Die wirksame Heizfläche des Überhitzers ist 28 qm grofs, beträgt also 10,6 $^0/_0$ der auf die Heizrohre entfallenden Heizfläche und 10 $^0/_0$ der ganzen Heizfläche. Bei einem Kesseldrucke von 14 at wurde in der Hauptdampfleitung eine mittlere Dampfwärme von 269° C. erzielt, mithin eine Überhitzung von 72° C. Sn.

Elektrische Lokomotive für die Metropolitan-Eisenbahn in London.

(Engineer 22. Sept. 1905, Seite 295. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 10 auf Tafel XVII.

Die erste der zehn 152,4 t schweren elektrischen Lokomotiven, welche die britische Westinghouse-Gesellschaft für die Metropolitan-Eisenbahn in Auftrag hat, ist vor einiger Zeit im Betriebe geprüft worden. Sie machte mit einem Güterzuge von 283,5 t und mit Personenzügen verschiedene erfolgreiche Probefahrten.

Die bestellten 10 Lokomotiven sollen die Züge der Grofsen West-Eisenbahn auf der Ringbahnstrecke zwischen Edgwareroad und Aldgate bedienen, um den Personenverkehr, der von Pinner, Rickmansworth und Verney-Junction kommenden Hauptbahn auf die Strecke zwischen Harrow und Bakerstreet zu leiten und Güterzüge über die Ringbahn und die St. Johns-Wood-Linie zu führen.

Mit Rücksicht auf die Länge dieser Züge und die Enge der Endbahnhöfe mufste die Länge der Lokomotiven möglichst heruntergedrückt werden. Dies ist durch Einbau von Triebmaschinen mit zwangläufiger Lüftung erreicht, deren Abmessungen auf das geringste Mafs beschränkt sind.

Die Lokomotive hat vier Triebmaschinen von je 200 P.S. Bei der mittels eines Luftgebläses erzielten Lüftung sollen die Triebmaschinen aber imstande sein, 250 P.S. abzugeben. Eine selbsttätige Westinghouse-Prefsluftbremse und eine Saugebremse sind in der Weise angebracht, dafs beide ohne Änderung der Verbindungsleitungen gebraucht werden können.

Die Lokomotiven sollen imstande sein, einen Personenzug von 172,7 t mit einer gröfsten Geschwindigkeit von 58 km/St. zwischen Bakerstreet und Harrow, sowie einen Güterzug von 254 t mit 43,4 km/St. über die Ringbahn zu befördern.

Die Triebmaschinen dieser Lokomotiven sind die gebräuchlichen Bahntriebmaschinen mit Reihenschaltung und gewöhnlicher Wicklung. Die Prefsluft zum Kühlen wird mit 0,018 at Spannung zugeführt, die Mündung des Zuführungsrohres ist so ausgebildet, dafs die eintretende Luft den Anker und die Feldmagnete vollständig bestreichen kann. Der Antrieb des Gebläses ist mit einem Widerstande versehen, welcher derart mit den Feldmagneten der Triebmaschinen geschaltet werden kann, dafs die Luftspannung beim Wachsen der Geschwindigkeit um 25 % von 0,018 at auf 0,027 at zunimmt. Diese Schaltweise wird angewendet, wenn die Triebmaschinen stark belastet werden.

Die vier Triebmaschinen arbeiten paarweise. Jedes Paar hat einen besondern elektrisch gesteuerten Prefsluft-Anlasser von Westinghouse, der durch einen Hauptschalter bewegt wird und nicht selbsttätig ist. Die Schalter sind dem bei den elektrischen Strafsenbahnen gebräuchlichen Stufenschaltern nachgebildet. H—t.

Technische Litteratur.

Brockhaus' kleines Konversationslexikon. 5. vollständig neubearbeitete Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen und Karten. Zwei Bände in 66 Heften zu je 0,3 M. Brockhaus in Leipzig 1905. Hefte 1 bis 4.

Mit bewundernswerter Knappheit und Schärfe wird hier eine erschöpfende Übersicht über die natürlichen und geistigen Verhältnisse des Menschen und seiner Umgebung geboten, die in der vorliegenden Gestalt nur möglich ist auf der Grundlage, die das grofse Konversationslexikon bietet. Recht schlagend tritt hier die Erfahrung auf, dafs die kürzeste Fassung auch die schwierigste und mühevollste ist, hier ist sie so gelungen, dafs das handliche Werk trotz seiner Beschränktheit vollen Aufschlufs über alles Wissenswerte in den hauptsächlichsten Grundlagen bietet.

Die Ausstattung mit Abbildungen, Zeichnungen und Karten geht weit und ist eine vortreffliche.

Um ein Bild der Reichhaltigkeit der vier Heftchen zu geben, führen wir als ganz besonders hervorragende Bearbeitungen an: die deutschen Kolonien mit ausgezeichneten Karten, die Bakterien mit bildlicher Darstellung der schlimmsten Feinde der Menschheit, die Abschufszeiten des Wildes mit ausführlicher Übersicht, die Darstellung von Asien in allen wichtigen Beziehungen in Sonderkarten, die Elektrizität auf Grund neuester Forschung unter Darstellung der wichtigsten Versuche, Genrekunst mit gut gewählten Darstellungen der neuern Malerei und Bildhauerkunst, Edelsteine nach Vorkommen, Gewinnung und Bearbeitung. An Farbentafeln in prächtiger Ausführung sind besonders zu nennen die über Kirchengeräte, Bakterien und die australische Tierwelt.

Je nach Fortschritt der Herausgabe werden wir weiter über das Werk berichten, können aber auf Grund der Kenntnisnahme der vier ersten Hefte schon jetzt der Überzeugung Ausdruck geben, dafs es sich hier um ein kurz gefafstes Nachschlagebuch allerersten Ranges handelt, das nicht viele gleichwertige Mitbewerber haben wird, und das wir unseren Lesern angelegentlich empfehlen.

Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausgegeben vom akademischen Vereine »Hütte«. XIX. neu bearbeitete Auflage. In zwei Abteilungen. Berlin 1905, W. Ernst und Sohn. Preis in Leinen 16 Mk., in Leder 18 Mk.

Schon nach drei Jahren folgt eine neue Auflage des beliebtesten und verbreitetsten unter den deutschen technischen »Taschenbüchern«, das nun freilich kein Taschenbuch mehr ist, sondern ein Nachschlagebuch für das ganze Gebiet der Ingenieurwissenschaften in zwei Bänden, das kaum auf eine technische Frage die Antwort schuldig bleibt.

Die Bearbeitung der Hülfswissenschaften hat im Laufe der Jahre einen solchen Grad der Vollständigkeit und Vollendung erreicht, dafs hier keine, oder doch geringe Änderungen nötig erschienen, immerhin sind die darauf bezüglichen Abschnitte eingehend geprüft und mit den neuesten Errungenschaften der Technik ausgestattet, nur der Abschnitt »Mechanik starrer Körper« ist umgearbeitet, und dabei die Bewegungslehre auf Grund von Polbestimmungen von vornherein übersichtlich eingeführt.

Weitgehende Veränderungen haben dagegen die technischen Abschnitte erfahren, insbesondere da, wo neue Bestimmungen und Erlasse zu berücksichtigen waren, wie namentlich im Brückenbau und im Eisenbahnbau wegen der neuen Bau- und Betriebsordnung.

Mit Recht ist das Taschenbuch in weitesten Kreisen beliebt und im Gebrauche, denn wenn es auch als Nachschlagebuch nur Ergebnisse und nicht die wissenschaftliche Entwickelung bringt, so beruhen doch alle Angaben auf den besten wissenschaftlichen Erfahrungen und können, abgesehen von der unmittelbaren Verwendung zur Bearbeitung praktischer Aufgaben, auch als Anhalt zu selbständiger Entwickelung der Theorien dienen, aus denen sie hervorgehen. So ist das Buch nicht allein ein Nachschlagebuch, sondern auch ein Leitfaden für vertiefte selbständige Arbeit.

Wir sind überzeugt, dafs die alten Freunde des Werkes neue Befriedigung in der neuen Auflage finden, und dafs durch deren Güte zahlreiche junge Freunde gewonnen werden.

Den Herausgebern, den Mitarbeitern und dem Verlage sind wir für ihre unermüdliche Arbeit, mit der sie das Beste stets von neuem zusammentragen, zu lebhaftem Danke verpflichtet, wir empfehlen das mustergültige Werk jedem Techniker und insbesondere unserm Leserkreise auf das Wärmste.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | **4. Heft. 1906.**

Umbau der Bahnhöfe Leipzig, sächsischer Teil.

Von **E. Toller**, Finanz- und Baurat in Leipzig.

Hierzu Plan auf Tafel XVIII.

I. Allgemeiner Teil.

Seit dem Jahre 1902 sind seitens der preufsischen und der sächsischen Staatseisenbahn-Verwaltungen umfangreiche Bauarbeiten in Angriff genommen, um die Bahnhofsanlagen in und bei Leipzig, die in ihrer jetzigen Ausdehnung und in der Verbindung untereinander für die gesteigerten Verkehrsverhältnisse im Durchgangs- und Orts-Verkehre vollständig ungenügend geworden sind, zweckentsprechend zu erweitern und umzugestalten.

Zur Zeit sind für den Personen- und Güter-Verkehr der innern Stadt Leipzig sechs Bahnhöfe vorhanden, von denen zwei der sächsischen und vier der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung gehören.

Von den beiden sächsischen Bahnhöfen liegt:

der Bayerische Bahnhof, Leipzig I, für die Linien Leipzig-Hof, Leipzig-Gaschwitz-Meuselwitz und Leipzig-Borna-Chemnitz, im Süden der Stadt (Plan auf Taf. XVIII),

der Dresdener Bahnhof, Leipzig II, für die Linien Leipzig-Riesa-Dresden, Leipzig-Döbeln-Dresden und Leipzig-Geithain-Chemnitz unweit der Stadtmitte nördlich vom Georgiringe.

Von den vier preufsischen Bahnhöfen liegt:

der Magdeburger Bahnhof für die Linie Leipzig-Halle-Magdeburg westlich neben dem sächsischen Dresdener Bahnhofe,

der Thüringer Bahnhof für die Linien Leipzig-Corbetha-Erfurt und Leipzig-Zeitz-Saalfeld nordwestlich neben dem Magdeburger Bahnhofe,

der Berliner Bahnhof für die Linie Leipzig-Berlin im Norden,

der Eilenburger Bahnhof für die Linie Leipzig-Eilenburg-Falkenberg-Kohlfurt im Osten der Stadt.

Die Anlagen dieser Bahnhöfe stammen zum gröfsten Teile noch aus der Zeit, in der sich die betreffenden Bahnen im Besitze und Betriebe verschiedener Gesellschaften befanden.

Die beiden Staatseisenbahnen besitzen aufserdem gemeinschaftlich den nordöstlich vom Dresdener Bahnhofe liegenden Übergabebahnhof, der in den 70er Jahren angelegt ist, den Austausch der Güterwagen zwischen den beiden Verwaltungen vermittelt und deshalb mit den sechs vorgenannten Bahnhöfen durch Gleise verbunden ist.

Für den durchgehenden Personenverkehr ist die Verbindung zwischen den einzelnen Bahnhöfen sehr mangelhaft. Zwischen dem Bayerischen und dem Berliner Bahnhofe ist zwar eine östlich um die Stadt herumführende zweigleisige Verbindungsbahn vorhanden, auf der fahrplanmäfsig ganze Züge verkehren, auch besteht zwischen dem Magdeburger und dem Dresdener Bahnhofe die Möglichkeit, einzelne Durchgangswagen mittels Drehscheiben, also auf sehr zeitraubende und mühsame Weise zu überführen, bei den übrigen Bahnhöfen fehlen dergleichen Verbindungen aber vollständig.

Zur Milderung dieser Übelstände sind Omnibusfahrten zwischen dem Bayerischen, dem Magdeburger und dem Thüringer Bahnhofe eingerichtet, die aber nur als ein dürftiger Notbehelf anzusehen sind, da sie den Anforderungen des heutigen Reiseverkehres in Bezug auf Schnelligkeit und Bequemlichkeit in keiner Weise entsprechen. Die neuerdings erbauten elektrischen Strafsenbahnen bieten zwar eine schnellere und bequemere Verbindung als die Omnibusfahrten, sind aber für die zahlreichen Reisenden, die Gepäck mit sich führen, nicht benutzbar.

Der Durchgangsverkehr durch Leipzig, welcher in den letzten Jahren erheblich zugenommen hat, leidet unter den geschilderten Zuständen empfindlich, die Verhältnisse sind nicht mehr haltbar.

Hierzu kommt, dafs auch die Anlagen, welche zur Abfertigung des in Leipzig beginnenden und endenden Verkehres von Reisenden dienen, für den gesteigerten Verkehr unzureichend sind.

Nach den statistischen Berichten beträgt die Anzahl der auf den beiden Bahnhöfen der sächsischen Verwaltung beförderten Reisenden rund

1481000 im Jahre 1872, 1930000 im Jahre 1882,
3327000 « « 1892 und 6288000 « « 1899.

Für die Bahnhöfe der preufsischen Verwaltung liegen die Verhältnisse ähnlich.

Die bedeutende Steigerung des Reisendenverkehres auf den sächsischen Bahnhöfen seit dem Jahre 1892 ist einerseits auf die Vergröfserung der Stadt Leipzig durch Eingemeindung einer Anzahl Vororte von 400000 Einwohnern im Jahre 1895 auf 455000 im Jahre 1900, andererseits aber darauf zurückzuführen, dafs sich die Vororte im Süden und Osten von Leipzig mehr und mehr bevölkerten. Um dieser gewaltigen Zunahme der Zahl der Reisenden Genüge zu leisten, sind die Verkehrsanlagen der beiden sächsischen Bahnhöfe, soweit es die gegebenen Verhältnisse gestatteten, durch Herstellung neuer Bahnsteige und Gleise ausgebaut worden, doch ist die Grenze der Erweiterungsfähigkeit erreicht, ohne dafs die geschaffenen Anlagen eine dauernd hinreichende Leistungsfähigkeit erlangt haben.

Bezüglich der preufsischen Bahnhöfe verfuhr man entsprechend.

Für den Verkehr der Vororte dienen besondere Verkehrstellen in gröfserer Anzahl, so an den sächsischen Linien die Stationen Leipzig-Connewitz, Oetzsch, Grofszschocher-Plagwitz-Lindenau, Stötteritz, Schönefeld, Paunsdorf-Stünz, an den preussischen Linien Schönefeld, Eutritzsch, Gohlis, Wahren, Leutzsch und Plagwitz-Lindenau, die ebenfalls einen sehr starken Verkehr haben und daher meist der Erweiterung bedürfen.

Wie die Anlagen des Reisendenverkehres so fordern auch die für den Güterverkehr vorhandenen Anlagen allenthalben dringend eine durchgreifende Verbesserung und Erweiterung. Die Menge der von den sächsischen nach den preufsischen Bahnen und umgekehrt in Leipzig übergehenden Güter hat sich von 1148728 t im Jahre 1887 auf 2426447 t im Jahre 1899 erhöht, und der Ortsgüterverkehr der beiden sächsischen Bahnhöfe ist von 1052000 t im Jahre 1877 auf 1352000 t gestiegen. Zwar sind sächsischerseits in Engelsdorf und Gaschwitz und preufsischerseits in Leutzsch, Eutritzsch und Schönefeld für die nach Leipzig kommenden Güterzüge Vorordnungsanlagen geschaffen, auf denen zur Entlastung der Innenbahnhöfe eine Teilung der Wagen nach den verschiedenen Bahnhöfen vorgenommen wird, auch hat man einen Teil der Vorortbahnhöfe zu Güterverkehrstellen ausgebaut; trotzdem hat sich keine genügende Abhülfe schaffen lassen, und das ist auch unmöglich, so lange die Verhältnisse der Leipziger Bahnhofsanlagen im übrigen bestehen bleiben.

Diese mifslichen Verhältnisse, besonders die Unzulänglichkeit der Anlagen für den Übergabeverkehr haben schon im Dezember 1899 zu einer empfindlichen Verkehrstockung geführt, bei der verschiedene Stationen auf mehrere Wochen vollständig versagten. Sie ergab einen erneuten Anstofs zur Beschleunigung der Lösung der Frage der Umwandelung der Leipziger Bahnhofsanlagen.

Die Erörterungen über die Schaffung eines Hauptbahnhofes für Leipzig greifen bis zum Jahre 1874 zurück, als das Reichseisenbahnamt anläfslich der damals im Gange befindlichen Herstellung des gemeinschaftlichen Güterübergabebahnhofes auf die öffentlichen Klagen über die mangelhafte Verbindung für den durchgehenden Reiseverkehr hinwies und die Errichtung eines gemeinsamen Bahnhofes für alle Linien im Anschlusse an den erwähnten Übergabebahnhof zur Erwägung gab.

Die sächsische Regierung liefs hierauf einen Entwurf aufstellen, der aber im Jahre 1878 von den vier damals beteiligten Gesellschaften, nämlich der Berlin-Anhalter, der Magdeburg-Halberstädter, der Thüringischen und der Halle-Sorau-Gubener Bahn, abgelehnt wurde, weil die zu erwartenden Vorteile in keinem Verhältnisse zu dem auf 17,25 Millionen M. berechneten Aufwande ständen. Die Angelegenheit ruhte dann längere Zeit, bis im Jahre 1886 nach Erwerbung der vier Bahnen durch den preufsischen Staat zwischen den beiden Regierungen Preufsens und Sachsens Einverständnis darüber erzielt wurde, eine durchgreifende Verbesserung der Leipziger Bahnhofsverhältnisse gemeinsam herbeizuführen.

Nachdem in den Jahren 1887, 1890, 1892 und 1896 verschiedene Entwürfe für den Gemeinschaftsbahnhof teils als Durchgangs-, teils als Kopfbahnhof bearbeitet worden waren, vereinigten sich die beiden Regierungen im Jahre 1898 zunächst grundsätzlich dahin, dafs der Ausführung eines Kopfbahnhofes für den Reisendenverkehr der Vorzug zu geben sei, dessen Gleisverbindungen die Möglichkeit geben sollten, einzelne Wagen und ganze Züge von jeder Richtung nach jeder andern, insbesondere von Berlin über Leipzig nach Hof, wie bisher, und von Dresden über Leipzig nach Magdeburg oder Erfurt ohne grofse Zeitversäumnis durchzuführen.

Für diese Entschliefsung war der Umstand mit bestimmend, dafs der Kopfbahnhof möglichst nahe dem Stadtinnern angelegt werden kann, und dafs das dem Staate gehörende Gelände die Anlage des Güterbahnhofes neben dem für Reisende, also ebenfalls nahe dem Stadtinnern gestattet.

Die weiteren Verhandlungen haben dann im Jahre 1902 zum Abschlusse von Verträgen zwischen den beiden Eisenbahn-Verwaltungen unter sich, sowie mit der Stadt Leipzig und der Reichspostverwaltung geführt, auf Grund deren sich die neuen Bahnanlagen in und um Leipzig im allgemeinen folgendermafsen gestalten werden:

Der gemeinschaftliche Hauptbahnhof für Reisende wird als Kopfbahnhof am Georgiringe auf dem Gelände des jetzigen Dresdener Bahnhofes und des Magdeburger und Thüringer Bahnhofes errichtet (Plan auf Tafel XVIII). In diesem Bahnhofe sollen die Fernzüge aller in Leipzig einmündenden sächsischen und preufsischen Linien und zum grofsen Teile auch die Ort- und Vorortzüge verkehren. Daneben bleibt für den Ort- und Vorortverkehr sächsischerseits der bayerische, preufsischerseits der Eilenburger Bahnhof bestehen.

Die Anlagen für die Abfertigung des Ortsgüterverkehres schliefsen sich beiderseits unmittelbar an den Hauptbahnhof an, und zwar die sächsischen östlich zunächst dem Georgiringe und der Wintergartenstrafse, die preufsischen westlich an der Blücher- und Eutritzscher Strafse.

Für den hauptsächlichen Verschiebeverkehr errichtet die preufsische Verwaltung an der Magdeburger Linie zu Wahren*), die sächsische Verwaltung an der Leipzig-Dresdener Linie in der Flur Engelsdorf je einen grofsen Verschiebebahnhof. Weiter

*) Organ 1904, S. 60; 1906, S. 11.



wird der sächsische Bahnhof Gaschwitz als Vorordnungsbahnhof für die von Süden einmündenden sächsischen Linien ausgebaut, und preufsischerseits im Norden ein Vorbahnhof Mockau hergestellt. Südlich vom Verschiebebahnhofe Engelsdorf wird ein neuer Werkstättenbahnhof für die in Leipzig einmündenden sächsischen Linien angelegt, der zugleich als Ersatz für die mit dem Dresdener Bahnhofe wegfallenden Werkstättenanlagen dient.

Die wechselseitige Übergabe der Güterwagen der beiden Verwaltungen wird an zwei an die Stelle des jetzigen Übergabebahnhofes tretenden Übergabestellen bewirkt, von denen die eine im Osten auf dem preufsischen Bahnhofe Schönefeld, die andere im Westen auf den unmittelbar neben einander liegenden beiderseitigen Bahnhöfen zu Plagwitz-Lindenau angelegt wird.

Diese veränderten Bahnhofsanlagen machen den Bau verschiedener neuer Verbindungslinien, sowie Umbauten an bestehenden Linien nötig. Für Sachsen kommt in Betracht die Anlegung eines zweiten Gleises für die Linie Leipzig-Geithain zwischen dem Hauptbahnhofe und dem Haltepunkte Paunsdorf-Stunz, die Erbauung je einer zweigleisigen Bahn von dem Bahnhofe Engelsdorf einerseits nach dem preufsischen Bahnhofe Schönefeld, andererseits nach der Haltestelle Stötteritz, der viergleisige Ausbau der Verbindungsbahn L H V, der jetzigen Verbindungsbahn zwischen dem Berliner und dem bayerischen Bahnhofe, zwischen der Haltestelle Stötteritz und dem Bogendreiecke bei Connewitz in der Richtung nach Connewitz, der Umbau der Verbindungsbahn L H V im Bogendreiecke bei Connewitz in der Richtung nach dem bayerischen Bahnhofe und die Erbauung einer zweigleisigen Bahn zwischen dem Übergabebahnhofe Plagwitz-Lindenau und der Haltestelle Grofszschocher. Aufserdem wird auf den spätern viergleisigen Ausbau der Linie Leipzig-Dresden zwischen dem Hauptbahnhofe und dem Haltepunkte Sommerfeld und der künftigen Personenzuglinie Leipzig-Hof zwischen dem Hauptbahnhofe und der Haltestelle Stötteritz Rücksicht genommen.

Preufsischerseits werden vom Verschiebebahnhofe Wahren aus neue Verbindungsbahnen einerseits westlich von Leipzig nach Leutzsch zum Anschlusse an die Thüringer Bahn, andrerseits nördlich von Leipzig über Grofswiederitzsch-Mockau-Altnaundorf nach Schönefeld zum Anschlusse an die Berliner und Eilenburger Bahn angelegt, auch wird die jetzige Linie Leipzig-Berlin, längs deren auch die Magdeburger und Eilenburger Linie unter Benutzung der letzterwähnten Verbindungsbahn in den Reisenden-Hauptbahnhof eingeführt werden sollen, auf der betreffenden Strecke entsprechend ausgebaut.

Über die Gestaltung der einzelnen sächsischerseits zu erbauenden Bahnhofsanlagen, besonders des Haupt- und Güter-Bahnhofes Leipzig, des Verschiebe-Bahnhofes zu Engelsdorf, des Werkstätten-Bahnhofes zu Engelsdorf wird in einigen weiteren Aufsätzen das Nähere erläutert werden. Zu den übrigen sächsischen Bauten ist noch folgendes zu bemerken.

Durch die Anlage des Haupt- und Güterbahnhofes Leipzig einerseits und des Verschiebebahnhofes Engelsdorf anderseits werden verschiedene Umänderungen entlang der Linie Leipzig-Dresden nötig. Der Bahnkörper dieser Linie ist zwischen dem Dresdener Bahnhofe und dem Haltepunkte Paunsdorf-Stünz, aus denen die Linie Leipzig-Geithain abzweigt, jetzt dreigleisig, und zwar dienen die beiden nördlichen Gleise dem Verkehre der beiden Leipzig-Dresdener Linien, das südliche dem der Geithainer Linie; weiterhin ist die Leipzig-Dresdener Strecke nur zweigleisig.

In Zukunft wird der Bahnkörper von Leipzig bis Paunsdorf-Stünz sechsgleisig und von da ab bis Borsdorf viergleisig werden, da für jede der Leipzig-Dresdener Linien und für die Geithainer Linie je ein Gleispaar gebaut werden soll. Zunächst wird aber nur das zweite Geithainer Gleis bis zum Haltepunkte Paunsdorf-Stünz angelegt, da auf den Geithainer Gleisen die Überführung der Güterwagen zwischen dem Verschiebebahnhofe Engelsdorf und dem Innengüterbahnhofe Leipzig erfolgen mufs, während im übrigen auf die spätere Herstellung des dritten und vierten Gleises Leipzig-Dresden bis zu dem im Ostende des Verschiebebahnhofes Engelsdorf liegenden Haltepunkte Sommerfeld einesteils durch Erwerb des nötigen Geländes, andernteils dadurch Rücksicht genommen wird, dafs einige Brückenbauten, namentlich auch die Überschneidungsbrücke der Eilenburger Bahn mit den Gleisen der Linie Leipzig-Dresden dem endgültigen Zustande angepafst werden. Die auf der Umbaustrecke vorhandenen Wegeübergänge in Schienenhöhe werden beseitigt, die Brücken erhalten die zur Durchführung von städtischen Strafsen erforderliche Breitenabmessung.

Der Haltepunkt Paunsdorf-Stünz wird entsprechend dem Linienumbaue, insbesondere der Verlegung der Leipzig-Geithainer Linie zwecks Unterführung unter dem Bahnhofe Engelsdorf mit verlegt.

Die zweigleisig auszuführende Verbindungsbahn zwischen dem Verschiebebahnhofe Engelsdorf und dem Übergabebahnhofe Schönefeld zweigt am Westende des Ablaufberges des erstern Bahnhofes in nordwestlicher Richtung ab, überschreitet in einem Viertelkreise die Leipzig-Dresdener Linie und die Staats-Strafse von Leipzig nach Wurzen auf Überführungsbrücken, und mündet bei km 4,2 der Leipzig-Eilenburger Linie in die Gleise des Übergabebahnhofes Schönefeld ein.

Der Betrieb dieser Bahn wird durch die sächsische Eisenbahnverwaltung erfolgen, da es wirtschaftlich erscheint, die Übernahme wie die Übergabe der auszutauschenden Züge auf demselben Bahnhofe, und zwar auf dem preufsischen Bahnhofe Schönefeld, stattfinden zu lassen.

Die neu zu erbauende zweigleisige Verbindungsbahn zwischen dem Verschiebebahnhofe Engelsdorf und der Haltestelle Stötteritz zweigt gleichfalls am Westende des Ablaufberges vom Bahnhofe Engelsdorf ab, wendet sich aber nach Südwesten bis an die Linie Leipzig-Eilenburg, neben der sie auf gemeinsamem Bahnkörper bis in die Nähe der Leipzig-Hofer Verbindungsbahn hinführt. Dann schneidet sie letztere Linie mittels Unterführung und geht westlich von ihr fortgesetzt in südwestlicher Richtung weiter bis zur Einmündung in die Haltestelle Stötteritz, wo sie Anschlufs an die Leipzig-Hofer Verbindungsbahn findet. Die von ihr gekreuzten Strafsen werden unterführt.

Die Bahn wird mit der Leipzig-Eilenburger Linie durch Weichen verbunden, damit eine Durchführung von Sonderzügen, namentlich Viehzügen, zwischen Schönefeld und Gaschwitz ohne Berührung des Verschiebebahnhofes Engelsdorf möglich ist.

Der Teil der Leipzig-Hofer Verbindungsbahn zwischen dem

Hauptbahnhofe für Reisende und der Haltestelle Stötteritz dient zwar künftig nur dem Verkehre von Reisenden, gleichwohl mufs aber der viergleisige Ausbau im Hinblicke auf die zu erwartende Zunahme des schon jetzt sehr beträchtlichen Vorortverkehres durch Grunderwerb und entsprechende Gestaltung einiger Brückenbauten vorbereitet werden. Zunächst werden nur zwei Gleise angelegt.

Dagegen werden die Strecken zwischen der Haltestelle Stötteritz und der Abzweigung des Verbindungsbogens in der Richtung nach der Haltestelle Connewitz und dieser Bogen selbst sofort viergleisig hergestellt, da sie sowohl den Fern- und Vorortverkehr der Personenzüge der Leipzig-Hofer Linie, als auch dem Güterverkehr zwischen dem Vorordnungsbahnhofe Gaschwitz und dem Hauptverschiebebahnhofe Engelsdorf aufzunehmen haben, und zwar werden zunächst die Personenzüge auf das östliche, die Güterzüge auf das westliche Gleispaar verwiesen werden.

Das nach dem bayerischen Bahnhofe führende letzte Stück dieser Verbindungsbahn, das nur von den zwischen diesem Bahnhofe und dem Bahnhofe Engelsdorf verkehrenden Güterzügen befahren wird, bleibt zwar zweigleisig, doch werden die Krümmungsverhältnisse verbessert und die Höhenlage durch Hebung der Linie zur Erleichterung einer Einschnittverbreiterung verändert.

Das Gelände im Bogendreiecke bei Connewitz zwischen der Linie Leipzig-Hof, der viergleisigen Verbindungsbahn vom Hauptbahnhofe nach der Leipzig-Hofer Linie in Richtung nach Connewitz und der zweigleisigen Verbindungsbahn nach dem bayerischen Bahnhofe wird auf die Höhe der anliegenden Bahnstrecken abgegraben und als Bauplatz für ein Elektrizitätswerk verwendet, welches für alle sächsischen Bahnhofsanlagen in und bei Leipzig einschliefslich Plagwitz-Lindenau und Gaschwitz und für die Werkstätten zu Engelsdorf den für die Beleuchtung und den Betrieb der elektrischen Triebmaschinen erforderlichen Strom zu erzeugen hat.

Die Umgestaltung der Leipzig-Hofer Verbindungsbahn innerhalb der Haltestelle Stötteritz bedingt den Umbau der letztern; da die Güterzüge auf den westlichen Gleisen verkehren, sind die Güterladeanlagen, die sich jetzt auf der Ostseite der Haltestelle befinden, behufs Vermeidung einer Überschneidung der Personenzuggleise ebenfalls auf die Westseite zu verlegen. Dabei sollen sie gleichzeitig eine dem Verkehrszuwachse entsprechende Vergröfserung erfahren. Zwei besondere Güterzuggleise, die nötigen Ladegleise mit Güterschuppen und Laderampe, einige Abstellgleise und Ausziehgleise werden angelegt.

Als Vorordnungsbahnhof für den Güterverkehr von Süden soll der Bahnhof Gaschwitz ausgebaut werden, damit dort die Trennung der von den Linien Leipzig-Hof, Leipzig-Borna-Chemnitz und Gaschwitz-Meuselwitz eingehenden Güterwagen nach den Richtungen Plagwitz Ort und Übergabe, bayerischer Bahnhof und Engelsdorf Ort und Übergang stattfinden kann.

Weiter wird auf diesem Bahnhofe in der Hauptsache auch die Neubildung der nach Süden gehenden Güterzüge, die ihre Wagen von Engelsdorf, dem bayerischen Bahnhofe und Plagwitz-Lindenau erhalten, zu bewirken sein.

Zur Anlegung der für diesen Güterverkehr nötigen Verschiebe- und Aufstellungsgleise ist die jetzige Bahnhofsanlage zu Gaschwitz nach Süden und Westen zu erweitern, auch wird ein Umbau der Güteranlagen, sowie eine Änderung der Personenzuganlagen und der Einmündung der Gaschwitz-Meuselwitzer Linie bedingt.

Die wechselseitige Übergabe der Güterwagen zwischen Preufsen und Sachsen soll im Westen auf den unmittelbar nebeneinander liegenden Bahnhöfen beider Bahnverwaltungen zu Plagwitz-Lindenau erfolgen.

Der sächsische Bahnhof Plagwitz-Lindenau genügte schon vor einigen Jahren dem gesteigerten Ortsverkehre in keiner Weise. Deshalb ist seit etwa fünf Jahren ein Erweiterungsbau im Gange, der nun nach Westen auszudehnen ist, damit die erforderlichen Gleisanlagen für den vermehrten Übergabeverkehr im Anschlusse an die Vergröfserung beschafft werden, die auch der preufsische Bahnhof wegen der geänderten Verkehrsverhältnisse erhalten mufs.

Die preufsische Linie Leipzig-Plagwitz-Zeitz ist deshalb um etwa 30^{m} nach Westen zu schieben, weiter wird vom Südende des sächsischen Teiles des Übergabebahnhofes nach dem Südende der sächsischen Haltestelle Grofszschocher eine neue Verbindungsbahn gebaut, damit einerseits mehrmaliges Verschieben der überführten Wagen behufs Aus- und Einwechseln in die Güterzüge vermieden, anderseits auch die Möglichkeit erhalten wird, ganze Züge zwischen Gaschwitz und Wahren und umgekehrt durchzuführen.

Diese neue Verbindungsbahn wird zunächst eingleisig gebaut, doch ist auf spätern zweigleisigen Ausbau, sowie auf die Anlegung einer Gleisverbindung zwischen ihr und dem Industriegleise Px Rücksicht genommen, welches auch nach dem Hafenbecken des geplanten Saalekanales führt.

Als Bauzeit für die Ausführung aller Bahnhofsanlagen in und um Leipzig sind etwa zwölf Jahre in Aussicht genommen, sodafs die Fertigstellung für das Jahr 1914 zu erwarten ist. Da zum Bauplatze für den Hauptbahnhof und die Leipziger Güterladeanlagen fast der ganze jetzige Dresdener Bahnhof, sowie der Übergabebahnhof und ein Teil des jetzigen Magdeburger und Thüringer Bahnhofes freizulegen sind, ist es nötig, zunächst für den Verschiebe- und Übergabe-Verkehr anderweit zu sorgen, also zuerst preussischerseits den Verschiebebahnhof Wahren nebst den nördlichen Verbindungsbahnen, sächsischerseits die Bahnhöfe zu Engelsdorf, Plagwitz und Gaschwitz nebst den Neubauten von Verbindungslinien und den Umbauten auf der freien Strecke planmäfsig auszuführen, womit die erste Hälfte der Bauzeit bis 1907 ausgefüllt werden wird. Im Jahre 1908 dürften dann die Arbeiten am Hauptbahnhofe in Angriff genommen werden. Diese sind zur Vermeidung kostspieliger vorläufiger Bauten vielfach innerhalb der Betriebsanlagen durchzuführen und werden daher geraume Zeit beanspruchen. Voraussichtlich wird bis zum Jahre 1910 die erste Hälfte des Empfangsgebäudes und der Bahnsteighalle fertig gestellt und in Betrieb genommen sein, sodafs im Jahre 1911, nachdem die Personenverkehrsanlagen auf dem jetzigen Magdeburger und Dresdener Bahnhofe, die bis 1910 für den Verkehr erhalten bleiben müssen, abgebrochen worden sind, der Bau der zweiten Hälfte des Neubaues begonnen und bis zum Jahre 1914 vollendet werden kann.

Der Bau des sächsischen Güterbahnhofes ist im Jahre 1905



in Angriff genommen und wird nach Mafsgabe des Freiwerdens der Altanlagen so fortgeführt werden, dafs seine Vollendung für das Jahr 1909 zu erwarten steht.

Die Kosten der aus Mitteln des sächsischen Staates auszuführenden Bauten, ausschliefslich des Elektrizitätswerkes und des Werkstättenbahnhofes Engelsdorf sind auf Grund der im Jahre 1901 aufgestellten Überschläge auf rund 53 Millionen M. berechnet. Hiervon entfallen etwa 13,6 Millionen M. auf Grunderwerb, 34 Millionen M. auf bauliche Herstellungen und der Rest auf Verwaltungskosten. Der Aufwand für den Bau des sächsischen Teiles des neuen Personenbahnhofes und des sächsischen Güterbahnhofes beläuft sich auf rund 27 Millionen M.

Die preufsische Verwaltung hat festgestellt, dafs ihr Anteil an den Kosten der Bahnanlagen in und um Leipzig etwa dem des sächsischen Staates gleich sein wird. Die Stadt Leipzig hat den Aufwand für die ihr vertragsmäfsig zufallenden Herstellungen auf rund 17,3 Millionen M. berechnet. Zu diesen Beträgen kommen noch die Ausgaben der Reichspostverwaltung für die Erbauung des im Norden des Hauptbahnhofes vorgesehenen Packetpostbahnhofes und eines neuen Postamtes östlich am sächsischen Güterbahnhofe, sowie die Beiträge verschiedener Gemeinden, die diese den beiden Eisenbahnverwaltungen für die Anlage von Haltestellen, Erweiterungen der Wegebrücken und dergleichen verpflichtungsgemäfs zu gewähren haben, sodafs der ganze Aufwand für die Leipziger Bahnhofsbauten auf rund 130 Millionen M. zu schätzen ist.

Einzelrad-Wägevorrichtung mit gemeinsamer Hubvorrichtung zur Ermittelung der Raddrücke von Eisenbahnfahrzeugen. Bauart Zeidler.*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XIII.

1. Beschreibung.

Die Wage besteht aus (Abb. 1, Taf. XIII):

1. dem Rahmen M mit der Wiegesäule S, der sich einerseits auf den schneidenförmigen Fufs n, anderseits auf Laufrollen R stützt, und den beiden durch Keil und Stellschraube in der Höhe verstellbaren Lagerpfannen für
2. den einarmigen Lasthebel W, und
3. dem doppelarmigen Wiegehebel V, der im Kopfe der Wiege-Säule S gelagert ist.

Last- und Wiegehebel werden durch ihr Eigengewicht in ihren Spurpfannen gehalten, spielen auch ohne Belastung in die Gleichgewichtslage ein und sind daher jederzeit zu prüfen und zu berichtigen.

Die Hubvorrichtung besteht aus:

1. den dicht an und entlang den Fahrschienen in Lagern ruhenden, zwangläufig verbundenen Daumenwellen L, deren Daumen innerhalb des Wellen-Umfanges liegen und durch eine Längsnut gebildet werden,
2. den auf den Daumenwellen festaufgekeilten Hebeln H,
3. dem Antriebe A für diese Hebel, der je nach Bedarf und örtlichen Verhältnissen durch Menschenkraft, Druckluft, Wasserdruck, Dampf oder Elektrizität bewirkt werden kann, wie dies in den Abb. 1, 2 und 5, Taf. XIII beispielsweise für Handbetrieb durch Speichenrad und Schraubenspindel, Handhebel und Wasser- oder Luftdruck durch Prefszylinder und Kolben dargestellt ist.

Die Einzelwagen ruhen nun einerseits mit ihren Rollen auf einer Längsführung s auf, anderseits liegen sie mit dem schneidenförmigen Fufse n auf dem durch die Längsnut gebildeten Daumen der Wellen L auf und werden daher beim Drehen der Wellen an diesem Ende gehoben oder gesenkt.

Die doppelarmigen Hebel h und Lenkstangen l (Abb. 2, Taf. XIII) dienen zur zwangläufigen Verbindung der beiden Daumenwellen L und liegen an beiden Stirnwänden der Grube, die also auf ihre ganze Länge im Querschnitte frei ist.

Sollen die Radbelastungen bei verschiedenen Stellungen der Kurbel- und Kuppelstangen bestimmt werden, so müssen die Räder beliebig gedreht werden können. Auf Wunsch sitzt zu diesem Zwecke am Rahmen jeder Wage links und rechts, dicht an der Fahrschiene je eine auf der Daumenwelle aufliegende, mit der Wage verschiebbare Stütze, auf der durch Handrad und Schnecke verschiebbar und seitlich umklappbar, je ein Rollenbock gleitet, die während der Auf- und Abfahrt der Lokomotive gleisauswärts umgeklappt werden.

Diese Rollenböcke können auch nachträglich bezogen und mit den Wagen verbunden werden.

2. Handhabung.

Nach Auffahrt der Lokomotive wird unter jedes Rad eine Wage geschoben und alsdann die Flucht zwischen den Radunterkanten und den Stützpfannen der Lasthebel durch die oben erwähnten Stellkeile und Stellschrauben aufgehoben. Durch den unter 3 genannten Antrieb werden nun die Daumenwellen L ein wenig gedreht und so alle Räder gleichmäfsig und gleichzeitig vom Gleise gehoben, worauf die Wägungen erfolgen können. Dann werden die Räder durch die entgegengesetzten Mafsnahmen wieder auf das Gleis gesetzt, die Keile durch die Stellschrauben zurückgezogen, also die vorherige Flucht wieder hergestellt. Die Lokomotive kann dann unbehindert abfahren.

3. Antrieb mit Handhebel.

Bei der vorstehend beschriebenen Wägevorrichtung dient zum gleichzeitigen Heben und Senken der Räder eine gemeinsame Hubvorrichtung (Abb. 1 und 2, Taf. XIII). An deren Stelle kann aber auch jede Einzelwage mit einem Hebel K und einem besondern Handhebel k (Abb. 5, Taf. XIII) ausgerüstet werden, wobei die schweren Daumenwellen und deren Lager wegfallen. Durch Niederdrücken der Handhebel k werden auch die Hebel K niedergedrückt. Das Abheben und Niedersetzen aller Räder erfolgt dann auf kurzen Anruf durch gleichzeitiges Umstellen der Handhebel k, also wie bei den bekannten Ehrhardtschen Wagen. In dieser einfachen Ausführung bildet die vorliegende Bauart vorteilhaften Ersatz für die bisher ausschliefslich benutzte Bauart Ehrhardt. Die zu

*) Organ 1894, S. 214.

dieser einfachen Ausführung gehörende Einzelradwage hat die Anordnung, die oben beschrieben ist, und hat auch deren Vorzüge: feste Lagerung beider Hebel, Gleichgewichtszustand und Einstellbarkeit auch in unbelastetem Zustande. Diese Wagen haben geringes Eigengewicht und sind ebenso leicht versetzbar wie die Ehrhardtschen, die Handhabung ist gleichfalls dieselbe. Auch bei diesen Wagen können die am Schlusse von 1) erwähnten Rollenböcke zum Drehen der Räder benutzt und mitgeliefert, oder auch nachträglich bezogen und mit den Wagen verbunden werden.

Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen.

Zum Abschlusse des über den Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen entstandenen Meinungsaustausches teilen wir noch die hierunter abgedruckten Schreiben mit.

Aus der Erwiderung des Herrn Cserháti*) sehe ich mit Befriedigung, dafs er seine ursprüngliche Behauptung nicht mehr im vollen Umfange aufrecht erhält. Ich kann ihm aber in dem Nachweise der Richtigkeit seiner Zahlen noch nicht ganz beipflichten.

Mit den theoretischen Berechnungen über den Stromverbrauch auf der Stubaitalbahn bei Verwendung von Drehstrom sollte doch offenbar eine Art von Beweis geliefert werden von der Überlegenheit des Drehstrombetriebes. Zu einem Beweise gehört aber, dafs die Beweismittel klar und durchsichtig sind. Ursprünglich begnügte sich Cserháti damit, zu veröffentlichen, dafs nach seinen Berechnungen für die Bergfahrt 57 W.St/tkm verbraucht und bei der Talfahrt 27,6 W.St/tkm zurückgewonnen, also im ganzen 29,4 W.St/tkm verbraucht würden. Diese Angaben sind selbstverständlich für eine Nachprüfung ungenügend. Ich hatte mich trotzdem bemüht, mich hineinzufinden, und war dabei, wie ich nunmehr aus der Erwiderung sehe, nicht auf der richtigen Spur. Cserháti versteht unter Bergfahrt nicht das, was man allgemein darunter verstehen würde, die Fahrt von Wilten nach Fulpmes, sondern die Summe aller bergwärts befahrenen Strecken in beiden Richtungen. Meine Nachprüfung war also wertlos.

Um nicht zum zweiten Male ins Ungewisse zu arbeiten, mufs ich mich zunächst darauf beschränken, Cserháti auf die Angaben aufmerksam zu machen, die auch jetzt noch fehlen, ehe ein Dritter aus seinen Zahlen wirkliche Belehrung schöpfen kann. Das sind: Angabe des Bahnwiderstandes, den er seinen Berechnungen zu Grunde legt, Angabe der Arbeit, die er für Verluste beim Anhalten eingesetzt hat, Angabe der Fahrzeit für jeden Abschnitt zwischen zwei Haltestellen, Angabe der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit und Angabe der Zuschläge, die für unvorhergesehenes Anhalten, Rangierbewegungen und ungenaues Fahren gemacht worden sind.

Wenn Cserháti diese Angaben nachgeliefert hat, wird es mir ein Leichtes sein, zu beweisen, dafs ein nennenswerter Unterschied zwischen Drehstrom und Wechselstrom nicht besteht. Ich halte in dieser Beziehung aufrecht, was ich bereits sagte: »Es liegt kein Grund vor, weshalb der Stromverbrauch bei den Drehstrombahnen so viel günstiger sein sollte als bei den Wechselstrombahnen. Der geringere Stromverbrauch wird bald auf der einen, bald auf der andern Seite sein, je nachdem mehr oder weniger häufig angefahren werden mufs.«

Pforr.

*) Organ 1905, S. 307.

Dem oben geäufserten Wunsche des Herrn Regierungsbaumeisters Pforr könnte ich nur in der Weise nachkommen, dafs ich eine lange Berechnung in allen ihren, für den Leser dieser Zeitschrift wahrscheinlich unwichtigen Einzelheiten wiederholte, die gröfstenteils in den bisher über diesen Gegenstand teilweise durch diese Zeitschrift, teilweise durch: »Elektrische Bahnen und Betriebe« bekannt gewordenen Veröffentlichungen enthalten und daher auch Herrn Pforr zugänglich sind.

Es hätte übrigens keinen Wert, diese Berechnung nochmals durchzuführen, denn eine einwandfreie Durchführung könnte doch nicht zu dem Ergebnisse führen, dafs sich der Stromverbrauch bei Einphasenwechselstrom ebenso günstig stellt, wie bei Drehstrom. Hierzu müfste Herr Pforr den Nachweis liefern:

1. dafs im Eisenbahnbetriebe die Einphasen-Wechselstrom-Triebmaschinen ebenso und mit demselben Wirkungsgrade in Gefällen und bei Bremsung Strom zurückgeben, wie Drehstrom-Triebmaschinen;
2. dafs der gemessene Wirkungsgrad der Einphasen-Triebmaschinen nicht geringer ist, als der der Drehstrom-Triebmaschinen.
3. dafs das Gewicht der Triebwagen oder Lokomotiven infolge des gröfsern Gewichtes der elektrischen Ausrüstung bei Einphasenstrom nicht gröfser ist als bei Drehstrom.

So lange diese drei Punkte von Herrn Pforr nicht durch praktische Ausführungen bewiesen sind, wird eine weitere Erörterung dieser Angelegenheit überflüssig sein.

Cserháti.

Elektrische Beleuchtung von Personenwagen nach Dick.

Von **R. Eder**, Oberinspektor zu Budapest.

Es sind kaum zwanzig Jahre verflossen, dafs die ersten Versuche mit elektrischer Beleuchtung der Eisenbahnwagen angestellt wurden. Seitdem sind eine ganze Reihe von elektrischen Einrichtungen entstanden und es gibt kaum eine Eisenbahngesellschaft, die sich mit der Lösung dieser Frage nicht beschäftigte.

Die Kaschau-Oderberger Eisenbahn hat die ersten Versuche mit Speicherbetrieb Ende der achtziger Jahre gemacht; später wurde die in England zuerst eingeführte Stone'sche Zugbeleuchtung und seit etwa drei Jahren wird auch die elektrische Zugbeleuchtung von Dick probeweise angewendet. Letztere Einrichtung wurde von den »Ungarischen Siemens-Schuckert-Werken, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Budapest« hergestellt.



Unter diesen Beleuchtungsarten hat sich die Dick'sche Einrichtung als die geeignetste erwiesen, daher dürfte es von allgemeinem Nutzen sein, die mit ihr gemachten Erfahrungen bekannt zu geben.

Die ganze Anlage umfafst

1. den Stromerzeuger,
2. die Speicher,
3. die Schaltvorrichtungen.

Der Stromerzeuger ist am Untergestelle des Wagens befestigt; der Antrieb erfolgt von einer Wagenachse aus mittels Reibungscheibe, an die der Stromerzeuger durch eine Feder so angedrückt wird, dafs keine Verluste durch Gleiten auftreten können.

An einem Langträger des Wagens ist ein Holzkasten zur Aufnahme der Speicher angebracht.

Zur Regelung des Stromerzeugers und zur Schaltung der Speicher oder des Stromerzeugers dient der im Wagen leicht zugänglich angebrachte Schaltschrank.

Die Stromerzeugung beginnt bei einer Zuggeschwindigkeit von 25 km/St, von der an aufwärts der Stromerzeuger die Speicher ladet und gleichzeitig auch die Lampen mit Strom versieht. Unter dieser Geschwindigkeit oder wenn der Zug steht, wird der erforderliche Strom nur von den Speichern geliefert. Die Ein- und Ausschaltung der Lampen geschieht durch einen im Schaltschranke angebrachten Schalter.

1. Der Stromerzeuger (Textabb. 1 und 2).

Der Stromerzeuger ist eine Nebenschlufs-Dynamomaschine mit einer höchsten Leistung von 32 Amp. und 29 Volt, bei einer Umlaufzahl von 700 bis 2400 in der Minute, der Antrieb hat ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 4.

Die Maschine hat vier Pole und vier im Winkel von 90° zu einander verstellte Kohlenbürsten, deren Halter in der Drehrichtung verschiebbar angeordnet sind, sodafs die Stromrichtung bei der Vor- und Rückbewegung dieselbe bleibt.

Die ganze Maschine ist in einem Kasten gegen Staub und das Eindringen fremder Körper geschützt.

Die Lager sind unabhängig von einander schmierbar und werden monatlich blos einmal mit Mineralöl gefüllt. Sicherheitshalber ist ein besonderer Behälter mit festem Fett angebracht, das bei ungenügender Ölschmierung, und wenn die Lager eine Wärme von 60° C. erreichen schmilzt und die Lager schmiert.

Das Gewicht des Stromerzeugers und seiner Aufhängung beträgt 200 kg.

2. Die Speicher.

Zur Beleuchtung während des Stillstandes des Wagens oder bei weniger als 25 km/St Geschwindigkeit dienen zwei Speicher mit einer Entladefähigkeit von je 60 Amp./St. Jeder Speicher besteht aus zwei je sechszelligen Kasten, welche in den am Untergestelle des Wagens angebrachten hölzernen Speicherbehältern untergebracht sind. Die Entladefähigkeit der Speicher wird immer nach den örtlichen Verhältnissen gewählt und ist in unserm Falle derart bemessen, dafs die Speicher allein im Stande sind, den Wagen fünf Stunden lang zu beleuchten.

Die Speicher bestehen aus positiven Oberflächenplatten und negativen Masseplatten. Dadurch, dafs zwischen den Platten Glasstäbe angebracht sind, und weil die Platten nicht bis auf den Boden der aus Hartgummi hergestellten Zellen reichen, sondern hier zur Ablagerung der Schlacke einen freien Raum von etwa 30 mm lassen, ist Kurzschlufs in den Zellen durch Biegung der Platten oder Herausfallen von Masse ausgeschlossen.

Die einzelnen Kästen haben einen Steckstromschliefser und Sicherungsausstattung; das Gewicht eines Kastens ist 80 kg, die beiden Speicher wiegen mit Säure gefüllt 320 kg.

Abb. 1.

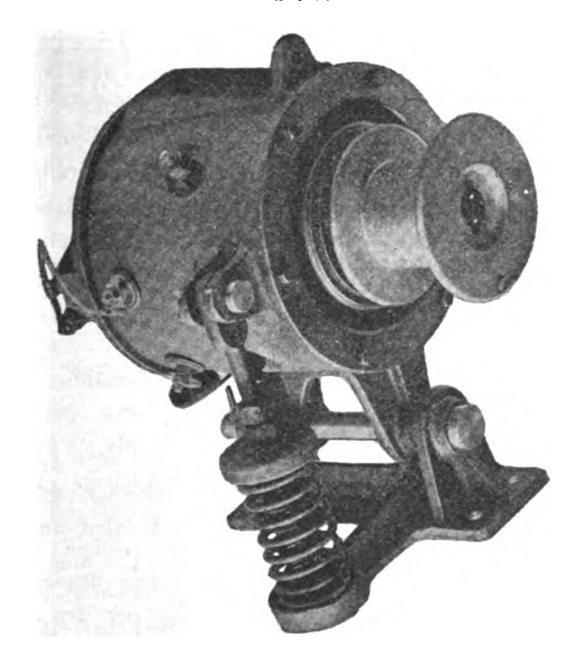
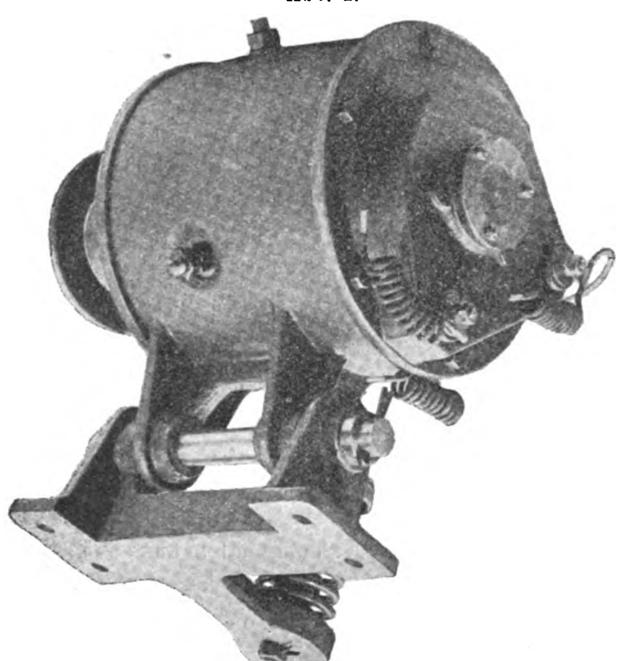


Abb. 2.



3. Die Schaltvorrichtungen (Textabb. 3 und 4).

Im Schaltschranke sind untergebracht: die zur Schaltung des Stromerzeugers und zur Umschaltung der Speicherbatterien auf die Lampen dienenden Vorkehrungen, der Schieber-Schalter und der Regler. Unterhalb des Schrankes befindet sich der Umschalter mit zwei dunklen und zwei lichten Stellungen; dies ist die einzige Vorrichtung, welche die Zugbesatzung zu bedienen hat. Unter dem Umschalter befinden sich in einem verschliefsbaren Kästchen die Bleisicherungen für die Dynamomaschine und für die Speicher, während die Bleisicherungen der Lampen auf dem Schrankdeckel angebracht sind.

Der Schrank wiegt 35 kg.

Abb. 3.

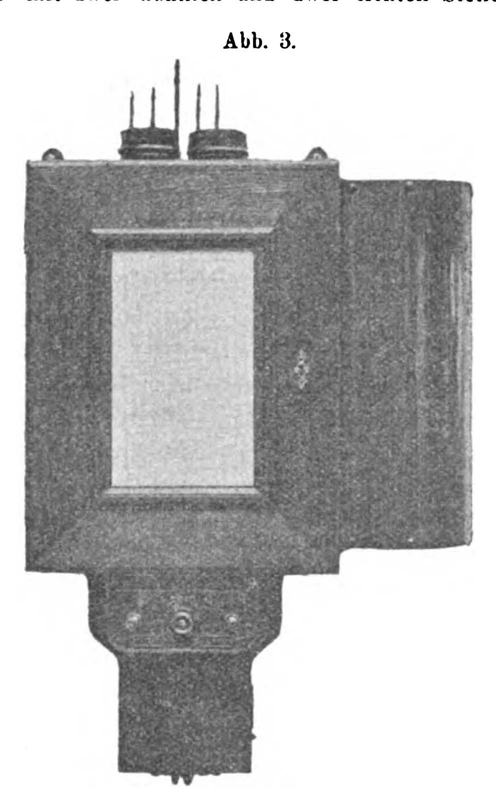


Abb. 4.

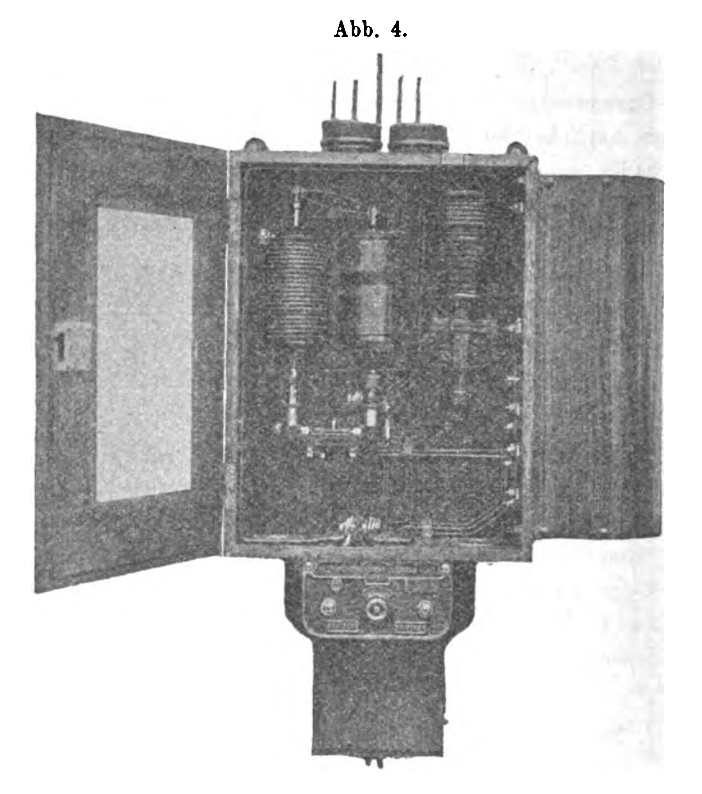


Abb. 3 stellt den geschlossenen, Abb. 4 den geöffneten Schrank dar.

Die Bestimmung dieser Vorkehrungen ist folgende:

Der Schieberschalter dient zur Schaltung des Stromerzeugers an die Speicher oder die Glühlampen, anderseits aber auch dazu, um einen Widerstand einzuschalten, welcher die Aufnahme einer Überspannung aus dem Stromerzeuger besorgt, je nachdem der Wagen steht oder fährt. Die Schaltspitzen sinken in Quecksilbernäpfe ein.

Der selbsttätige Regler dient zur Regelung der Erregung des Stromerzeugers und zwar so, dafs die Spannung in den Lampen 24 Volt nicht überschreitet, und dafs die Ladestromstärke der Speicher so lange dauert, bis die Zellenspannung den Wert von 2,4 Volt erreicht hat, das heifst, bis die Speicher vollständig geladen sind. Da der Regler unveränderliche Spannung am Stromerzeuger aufrecht erhält, ist eine Überladung oder Vergasung und Verdichtung der Säure vermieden.

Der Regler wirkt derart, dafs je nach der Zuggeschwindigkeit mehr oder weniger Widerstand in den Erregerstromkreis des Stromerzeugers eingeschaltet wird. Dies wird durch ein verschlossenes Stromschliefsgefäfs bewerkstelligt, indem das Quecksilber durch einen Eisenkern herausgedrückt wird und hierdurch die bezüglichen Widerstandsplatten kurzschliefst. Der Regler ist mit doppelter Wickelung versehen und der Eisenkern wird unter der Wirkung dieser Wickelung gehoben oder gesenkt.

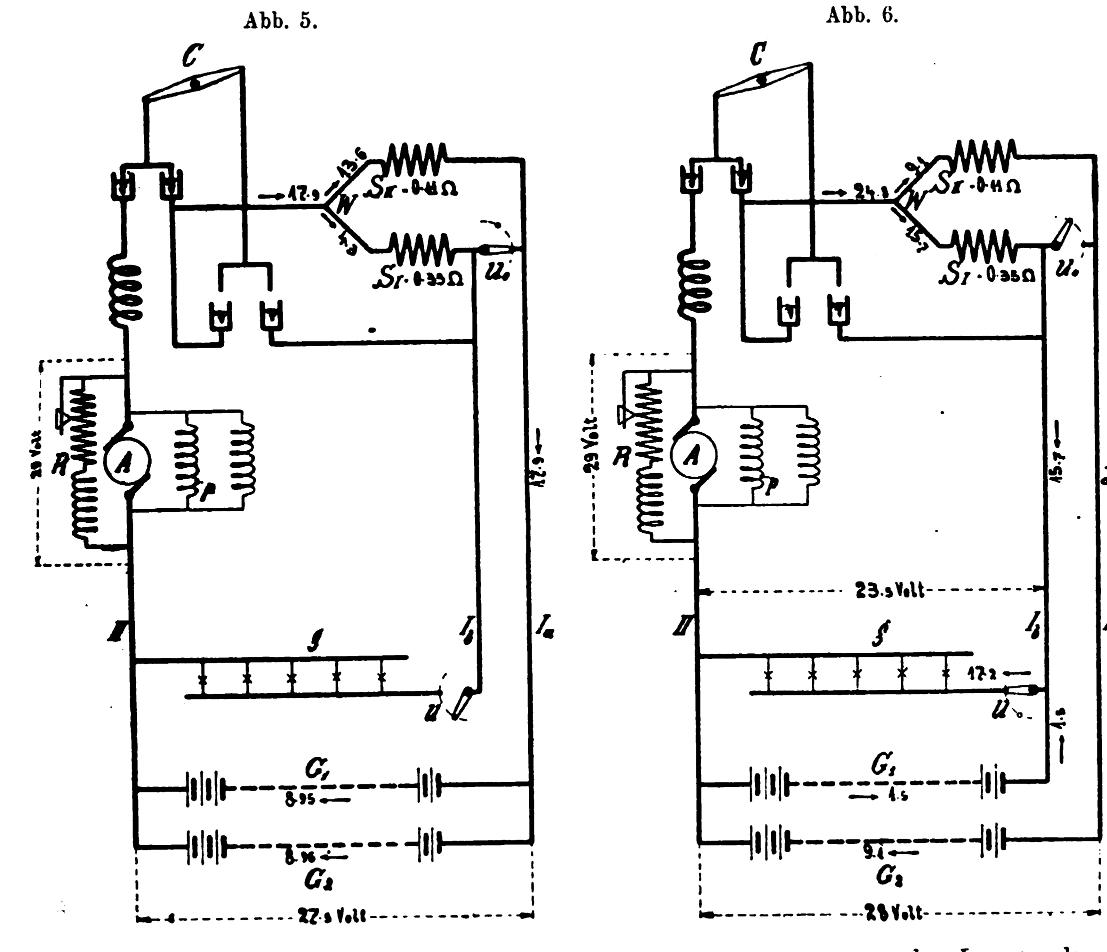
Zur Ein- und Ausschaltung der Lampen, und zur Umschaltung der Speicher dient der Umschalter. Dieser schaltet den einen Speicher als Ausgleichspeicher unmittelbar mit den Lampen, den anderen hingegen in den Erzeugerstromkreis zur Ladung.

Die innere Einrichtung ist aus Bogenstücken gebildet; mit Drehungen um 90° schaltet er rasch und sicher, und hat in vier Stellungen zwei Dunkel- und zwei Lichtstellungen.

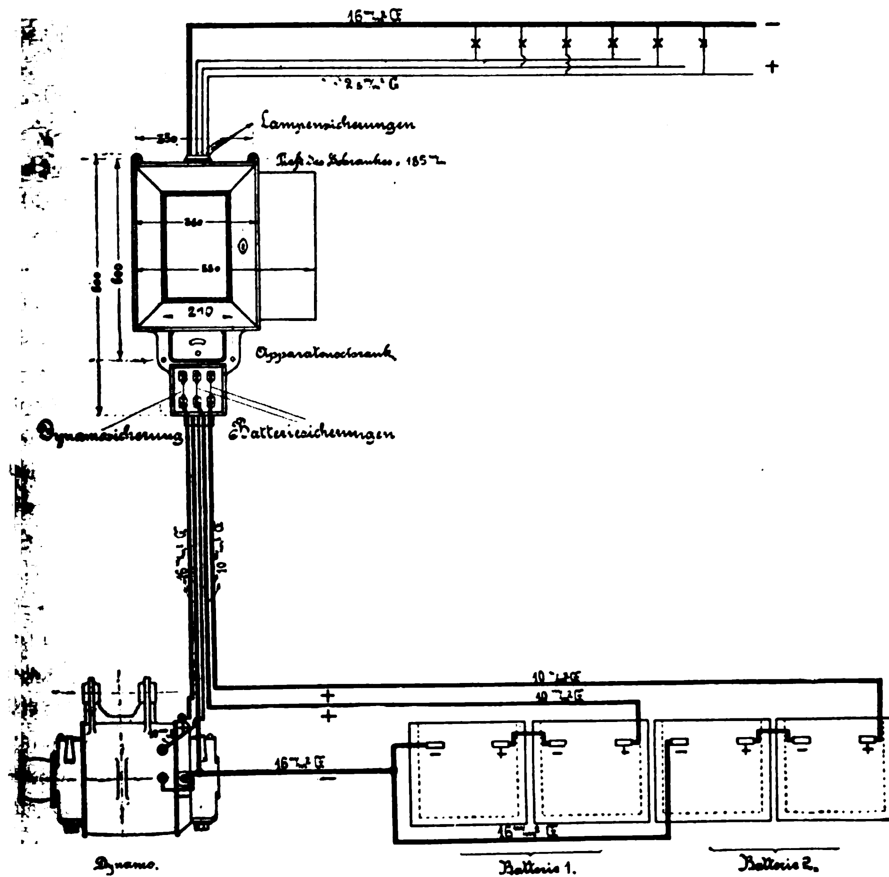
Die Schaltung der erwähnten Teile ist aus den Textabb. 5 und 6 ersichtlich, in denen A = den Stromerzeuger, C = das selbsttätige Schieberschaltwerk, p_1 p_2 = die Wickelungen des Reglers, u = den Umschalter, R = den Regelwiderstand, S_I = den Lichtwiderstand, S_{II} = den Ladewiderstand, G_1 G_2 = die Speicher, g = die Glühlampen bezeichnen.

Die Wirkungsweise der Einrichtung ist aus den beiden Stellungen ersichtlich. Diese sind: 1. »Licht aus«, 2. »Beleuchtung«.

Wenn keine Beleuchtung stattfindet (Textabb. 5), sind die Speicher neben einander geschaltet, und beim Stillstande oder bei geringerer Geschwindigkeit als 25 km/St ist der Stromkreis des Stromerzeugers unterbrochen. Während der Fahrt und wenn die Spannung des Stromerzeugers 26 Volt erreicht hat, klappt das Solenoid den Schieberschalter in die entgegengesetzte Lage so, dafs der Stromkreis des Erzeugers und der Speicher geschlossen wird, was Ladung der Speicher zur Folge hat.



Bei Beleuchtung-Stellung ist der Umschalter u in die »Lichtstellung« gebracht; die Stellung der übrigen Vorrichtungen ist aus Textabb. 6 ersichtlich. Jetzt sind die Glühlampen unmittelbar mit dem Ausgleichspeicher G_1 verbunden, während der Speicher G_2 geladen wird. Gleichzeitig speist der Stromerzeuger auch die Lampen. Der Stromkreis der Lampen hat eine Spannung von 24 Volt, während die Spannung des Ladungskreises bis 29 Volt beträgt. Durch eine Drehung von $2 \times 90^0 = 180^0$ des Schalters u unterhalb des Schaltkastens gelangt Speicher G_2 an die Stelle von G_1, sodafs der geladene Speicher als Ausgleichspeicher wirkt. Abb. 7 stellt die Verbindungen des Stromerzeugers mit dem Schaltschranke, den Speichern und den Lampen dar.



Nach vorstehender Beschreibung der allgemeinen Einrichtung der Dick'schen Beleuchtung wollen wir die Behandlungsart und die Erfahrungen mitteilen, die bei uns mit diesem System während der ersten 18 Monate des Betriebes gemacht wurden.

Gegenstand der Proben bilden drei mit Stromerzeuger und ein blofs mit Leitungen ausgerüsteter Wagen. In jedem der Stromwagen sind 11 Glühlampen von 8 N.K. angebracht, mit einem Strombedarfe von 2,5 Watt für die Hefnerkerze. Der Stromerzeuger, die Speicher und der Schaltschrank haben die schon erwähnte Anordnung; die Hauptleitung ist in ein Eisenrohr auf dem Dache des Wagens gelegt. Die Verbindung der Leitungen der Wagen geschieht mit Hülfe der an den beiden Enden der Laufbretter angebrachten Kuppelungen, sodafs die Wagen sowohl neben einander geschaltet, als auch unabhängig von einander laufen können. Unter gewöhnlichen Betriebsverhältnissen werden die Wagen derart eingereiht, dafs der Ersatzwagen den Strom aus einem oder zwei vor oder hinter ihm stehenden Stromwagen bekommt.

In den einzelnen Abteilen ist noch ein Beleuchtungsregler angebracht, mittels dessen man die beiden Lampen jedes Abteiles neben oder

hinter einander, also auf »Licht« oder »Halbdunkel« schalten kann.

Die Beleuchtungseinrichtungen werden in der Endstation nach jeder Rückkunft des Wagens geprüft, die Speicher, die Verbindungen der einzelnen Schränke, die Polverbindungen der Zellen, die Dichte der Säure, die Berührung der Reibungscheiben am Stromerzeuger, die Schrauben der Spannfedern und der Aufhängevorrichtung werden besichtigt, und schliefslich wird die geprüfte Einrichtung durch die vier Stellungen des Umschalters erprobt. Der Schaltschrank wird bei gewöhnlichen Betriebsverhältnissen monatlich ein- oder zweimal einer Hauptprüfung unterzogen, bei welcher die Stromschliefser-Oberflächen und der Quecksilberinhalt der Näpfe gereinigt, beziehungsweise das Quecksilber ausgewechselt wird, was leicht und schnell vollzogen wird, denn diese Gegenstände sind durch einfache Lösung der Schrauben abnehmbar und können in der Hand gereinigt werden. Das richtige Zusammenwirken der Schaltvorrichtungen kann am stillstehenden Wagen mit Hülfe des Schieberschalters geprüft werden, nur mufs die Bleisicherung des Erzeugerstromkreises herausgenommen werden; wird nun der Schieberschalter herabgedrückt, so werden die Stromschliefser-Spitzen eingeklappt bleiben, sobald der Magnetstromkreis der Dynamomaschine, sowie die eine Wickelung des Schieberschalters in Ordnung sind.

Der Stromerzeuger wird monatlich einmal geschmiert.

Die Zugmannschaft hat nur den Umschalter zu bedienen.

Über den technischen Wert dieser Beleuchtungseinrichtung für den Bahnbetrieb können wir nach unseren bisherigen Erfahrungen folgendes mitteilen.

Bis jetzt ist am Stromerzeuger und den Vorrichtungen keine Betriebstörung vorgekommen, die den Wert der Einrichtung vermindert hätte, oder aber von der mit der Handhabung der Einrichtung betrauten Mannschaft nicht sofort hätte beseitigt werden können. Ein Mangel der Einrichtung scheint noch zu sein, dafs die lederne Reibungscheibe des Stromerzeugers bisweilen ausgewechselt werden, und dafs deren Anbringung und ihre Pressung an die Antriebscheibe sehr behutsam geschehen mufs, denn wenn der Flächendruck zwischen den Scheiben unnötig grofs ist, so nutzen sich die Scheiben rasch ab und verlieren ihre Kreisform.

Da bei Reibungsantrieb auch eine genauere Anbringung nötig ist, werden neuerdings Versuche mit Riemenantrieb angestellt, der sich bisher sehr gut bewährt hat. Letztere Antriebsart ist auch viel weniger empfindlich. Die Textabb. 1 und 2 der Dynamomaschine entsprechen der neuen Ausführungsform.

Als einen unbedingten Vorteil der Dick'schen Einrichtung können wir hervorheben, dafs die Speicher bei der gleichmäfsigen Ladung und Entladung immer in gutem Zustande sind, ihre Ladefähigkeit sich beinahe gar nicht ändert, und dafs sie überhaupt aufser einfachen Waschungen keine wesentlichen Erhaltungsarbeiten beanspruchen. Überladung ist gänzlich ausgeschlossen.

Wird berücksichtigt, dafs unter den Betriebskosten der elektrischen Zugbeleuchtung die Erhaltung der Speicher die gröfste Ausgabe verursacht, so sichert der oben erwähnte Umstand der Dick'schen Einrichtung einen grofsen Vorteil; auf Grund der günstigen Erfahrungen, die mit dieser Einrichtung gemacht sind, wurden weitere vier vierachsige Personenwagen mit elektrischer Beleuchtung nach Dick versehen.

Was die Handbarkeit betrifft, die im Bahnbetriebe stets zu berücksichtigen sein wird, so besitzt die Dick'sche Einrichtung den Vorteil, dafs Verbindungen zwischen dem Stromerzeuger, den Speichern und Regelvorrichtungen nur in geringer Anzahl vorhanden und so einfach sind, dafs sich auch Mannschaften ohne elektrotechnische Vorkenntnisse schnell zurechtfinden.

Ein weiterer Vorteil dieser Beleuchtungsart besteht in der Unabhängigkeit der Beleuchtung der Wagen von einander, da deren Ordnung ohne Schwierigkeit durchgeführt werden kann.

Bezüglich der Betriebskosten der Dick'schen Beleuchtungseinrichtung soll erwähnt werden, dafs die Beleuchtungskosten für eine 8-NK-Lampenstunde etwa 0,94 Pf. betragen, wobei die Erhaltungskosten der Speicher mit 6 % und die Abschreibung der Anlage mit 5 % eingerechnet sind. Dieser Betrag ist etwa ein Sechstel der reinen Speicherbeleuchtungskosten und etwa die Hälfte der Ölbeleuchtungskosten.

Die Gröfse der Zugkraft, die von der Lokomotive als Mehrleistung für die Beleuchtung eines Personenwagens ausgeübt werden mufs, bestimmen wir im Nachstehenden.

Während der Ladung der Speicher ist die Leistung des Stromerzeugers 29 Volt bei 31 Amp.; demnach ist die von der Dynamomaschine verbrauchte Arbeit in P.S. bei einer Nutzwirkung von 0,85

$$\text{Gl. 1)} \ldots\ldots N_e^1 = \frac{29 \times 31}{736 \times 0,85} = 1,44 \text{ P.S.},$$

während des Brennens von 22 achtkerzigen Glühlampen mit 2,5 Watt 29 Volt × 18,3 Amp.

$$\text{Gl. 2)} \ldots\ldots N_e = \frac{29 \,.\, 18,3}{736 \,.\, 0,82} = 0,88 \text{ P.S.}$$

Nach diesen beiden Grenzwerten wechselt die Zugkraft nach den Geschwindigkeiten und zwar nach

$$\text{Gl. 3)} \ldots\ldots Z_{kg} = \frac{N \,.\, 75 \,.\, 3,6}{v_{km/St.}}$$

wonach sich für verschiedene Geschwindigkeiten nachstehende Zugkräfte ergeben:

Geschwindigkeit km/St:	30	40	50	60	70	80	
Ladung Z/kg	13,0	9,8	7,8	6,5	5,6	4,9	Zug-
Beleuchtung Z/kg . .	7,9	6,0	4,75	4,0	3,4	3,0	kraft

Aufserdem kommt noch die Zugkraft in Betracht, welche zur Beförderung des Gewichtes der elektrischen Ausrüstung verbraucht wird. Ist diese für den Wagen 620 kg und 5 kg/t die Widerstandszahl, so ist die Zugkraft

$$Z = \frac{620 \,.\, 5}{1000} = 3,1 \text{ kg}$$

Der Zug, in den die Probewagen eingestellt sind, fährt täglich sechs Stunden mit 50 km/St mittlerer Geschwindigkeit. Die Dauer der Wagenbeleuchtung beträgt vier Stunden, davon entfällt eine Stunde auf Stillstand während der Aufenthalte. Wird der Wirkungsgrad der Dick'schen Beleuchtungseinrichtung mit 70 % angenommen, so ist während einer vierstündigen Brennzeit der Kraftverbrauch



$$\frac{11 \times 8 \times 2{,}5}{736 \times 0{,}7} \times 4 = 1{,}71 \text{ P.S./St}$$

und auf die ganze Fahrdauer von sechs Stunden verteilt im Mittel $\frac{1{,}71}{6} = 0{,}285$ P.S. als Aufwand für einen Wagen mit elekrischer Beleuchtung.

Da die Zugkraft zur Beförderung des Gewichtes der elektrischen Ausrüstung 3,1 kg beträgt, so ist von der Lokomotive während der Fahrt bei einer mittleren Zuggeschwindigkeit von 50 km/St eine Zugkraft von

$$3{,}1 + \frac{0{,}285 \times 75 \times 3{,}6}{50} = 4{,}6 \text{ kg}$$

erforderlich.

Die Dick'sche elektrische Beleuchtungseinrichtung kostet für einen zweiachsigen Personenwagen einschliefslich Anbringung etwa 3050 M., für einen zweiachsigen Beiwagen etwa 425 M.

Eine übersichtliche Bezeichnungsweise für das Kuppelungsverhältnis der Lokomotiven.

Von **Emil Jung**, Ingenieur in Berlin.

Bezeichnet man die Kuppelachsen einer Lokomotive am Vorderende beginnend mit römischen, die Laufachsen mit arabischen Ziffern, so ergibt sich ein übersichtliches Zahlenbild, das auf den ersten Blick die tatsächliche Lage der einzelnen Achsengruppen gegeneinander erkennen läfst. Dies gestatten die jetzt ziemlich allgemein üblichen Bezeichnungsweisen nicht. So ergibt die Bezeichnung durch einen Bruch unter Umständen dasselbe Zahlenbild für grundsätzlich verschiedene Achsenanordnungen, beispielsweise »2/5 gekuppelt« für die unter dem Namen »Atlantik« verbreitete Bauart mit vorderm, zweiachsigem Drehgestelle, zwei Triebachsen und einer hintern Laufachse und für die bekannte Kraufs'sche Lokomotive, die eine vordere Laufachse und ein zweiachsiges Drehgestell hinter den beiden Triebachsen hat. In der vorgeschlagenen Bezeichnungsweise: 2 II 1 für die »Atlantik«-, 1 II 2 für die Kraufs-Lokomotive tritt der Unterschied deutlich hervor. Die zweite gebräuchliche Bezeichnungsart durch arabische Ziffern für die einzelnen Achsengruppen: 2-2-1 für die »Atlantik«- und 1-2-2 für die Kraufs-Bauart ist wohl deutlicher als die Bezeichnung durch einen Bruch, ergibt aber für verwickelte Achsenanordnungen unübersichtliche Zahlenbilder. So würde das Zeichen für die in Lüttich ausgestellte 6/8 gekuppelte schwere Tenderlokomotive der französischen Nordbahn lauten: 0-3-1/1-3-0, in der vorgeschlagenen Bezeichnungsart: III 1-1 III, wodurch jeder Zweifel über die Art der Anordnung auch bezüglich der Lage der Triebachsen gehoben ist.

Auch für alle denkbaren Fälle elektrischer Lokomotiven bleibt die vorgeschlagene Bezeichnungsart übersichtlich, auch ist sie nur in Ausnahmefällen mehrgliedriger als eine der üblichen Bezeichnungsweisen.

Der Lokomotivschuppen in Freiburg i. B. Güterbahnhof.

Von **F. Zimmermann**, Oberingenieur in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel XIX.

Der neue Güterbahnhof Freiburg*) liegt vom Personenbahnhofe etwa 2 km weit ab. Die Lokomotiven, welche die Güterzüge von Basel, Offenburg, Kolmar und Donaueschingen anbringen, bleiben im Güterbahnhofe. Deshalb wurde zur Aufnahme dieser Kurs-Lokomotiven und der Verschiebe-Lokomotiven im Güterbahnhofe ein neuer Lokomotivschuppen mit Rauchabführung durch zwei hohe Schornsteine gebaut.

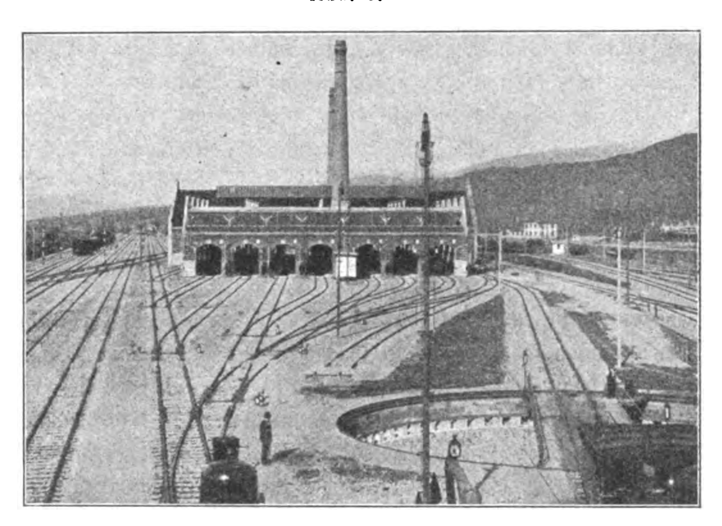
Der Schuppen liegt wie im Verschiebebahnhofe Zürich**) zwischen den Gleisgruppen (Textabb. 1). Von der Freiladestrafse aus konnte mittels einer Unterführung ein unmittelbarer Zugang zum Schuppen geschaffen werden.

Der Schuppen hat zwei 51 m lange Abteilungen A und B (Abb. 3, Taf. XIX), zwischen denen eine 20 m lange, auf sechs Gleisen laufende, elektrisch betriebene Schiebebühne liegt. An die nördliche Abteilung A kann, wenn später nötig, eine zweite Schiebebühne und daran eine weitere Abteilung C angereiht werden. Hierfür wurde in der Gleisanlage der erforderliche Platz vorgesehen.

An beiden Längsseiten der Abteilung A sind zweistöckige Anbauten errichtet worden.

Im untern Stocke befinden sich auf einer Seite die Räume für den Betriebswerkführer und seinen Schreibgehülfen und für eine kleine Werkstätte mit elektrischer Arbeitsübertragung. Eine kleine Schmiede wird aufserhalb des Schuppens gebaut,

Abb. 1.



und auch von den Schlossern der Güterwagenausbesserung benutzt. Auf der andern Seite liegen die Aufenthaltsräume für Angestellte, Wasch- und Baderäume sowie Aborte. In dem

*) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverw. 1905, Nr. 74.

**) Schweizer Bauzeitung 1900, 7. April, Bd. XXXV, Nr. 14.

obern Stockwerke der beiden Anbauten sind die Aufenthalts- und Schlafräume der Fahrmannschaften. Zum obern Stockwerke sind zwei Zugänge an den beiden Enden des Ganges eingerichtet, der die Räume vom Lokomotivschuppen trennt.

Unter den Bade- und Waschräumen befinden sich im Keller drei kleine Heizkessel und ein geschlossener Behälter, welcher das Niederschlagwasser aus dem Abdampfe der Lokomotiven aufnimmt und zur Bereitung von Warmwasser zum Auswaschen der Lokomotivkessel dient. Das warme Wasser wird in zwei Behälter gepumpt, die unter dem Dache der beiden Anbauten aufgestellt und durch eine Rohrleitung miteinander verbunden sind.

Die Lokomotiven, welche nicht gedreht werden müssen, fahren, nachdem das Feuer geputzt wurde, je nach Kurslage unmittelbar auf der Südseite in die Abteilung B oder über die Schiebebühne ein.

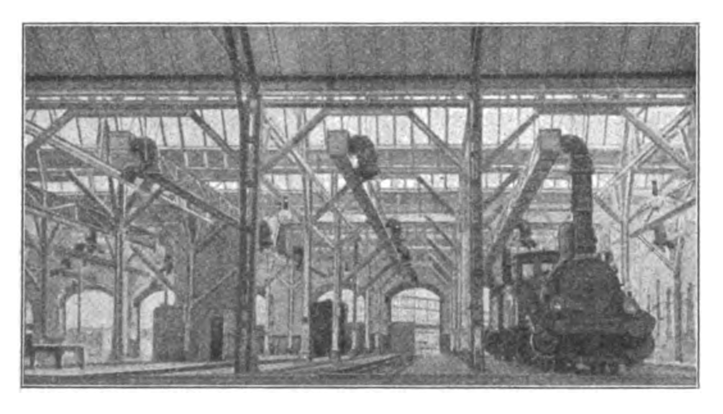
Die elektrisch betriebene Lokomotiv-Drehscheibe südlich des Lokomotivschuppens ist so gelegt worden, dafs sie nur von den Lokomotiven befahren wird, welche gedreht werden müssen.

Der Umrifs des Schuppens lag schon fest, als beschlossen wurde, einheitliche Rauchabführung einzurichten. Die Schornsteine konnten wegen der dicht neben dem Schuppen liegenden Gleise aufserhalb des Schuppens nicht mehr aufgestellt werden.

Der Gleisabstand, der früher zu 6 ^{m} vorgesehen war, wurde für die äufsern der sieben im Lokomotivschuppen liegenden Gleise auf 5,7 ^{m} verringert und für zwei mittlere Gleise auf 7,5 ^{m} erweitert. Zwischen diesen erweiterten Gleisen konnte dann in beiden Abteilungen A und B der Schornstein Platz finden.

Die Rauchabzugkanäle aus Eisengerüst mit Asbestplatten längs und zwischen je zwei Gleisen münden in einen nach dem Schornsteine ziehenden Querkanal. (Textabb. 2.) Die Abzüge

Abb. 2.



wurden mit dem Abschlusse von Fabel in München versehen. Der Schuppen hat Betonboden, doch liegen neben den Schienen zwei Reihen kleiner Granitquader.

Die Längsseiten der Gruben wurden mit Absätzen versehen, damit die Lokomotivmannschaften unter der Lokomotive leichter an das Triebwerk gelangen können.

Zwischen den Gleisen sind Kanäle angeordnet zur Aufnahme der Wasserleitung, einer Leitung, in welche der Abdampf der Lokomotiven eingelassen wird, und einer Frischdampfleitung, aus welcher der Dampf zum Auswaschen der Kessel mittels Körting'schen Bläsers entnommen wird und auch zum Ausblasen der Heizröhren verwendet werden kann. Die Abdampfleitung soll, wenn nötig, im Winter auch zur Heizung des Schuppens verwendet werden.

Wegen der aus Asbestplatten hergestellten Rauchabzugskanäle darf im Lokomotivschuppen kein Abdampf ins Freie gelassen werden. Dieser wird in die Abdampfleitung eingelassen, welche an zwei Stellen mit Sicherheitsventilen versehen ist.

Das Niederschlagwasser dieser Leitung fliefst in den Sammelbehälter im Keller, der in der Leitung stehende Dampf kann durch Zuleitung von kaltem Wasser zu der am Sammelbehälter angebrachten Strahlpumpe zur Warmwasserbereitung verwendet werden. Dieses in die unter dem Dache stehenden Behälter geförderte Wasser gelangt alsdann zu den Wasserhähnen im Lokomotivschuppen. Zum Kesselwaschen wird also vorgewärmtes Wasser und Dampf benutzt.

Durch die Abdampfleitung wird auch der Boden erwärmt, sodafs im Winter das Abschmelzen des Schnees an den Lokomotiven bewirkt werden kann.

Da das Grundwasser im Güterbahnhofe Freiburg reichlich und weich ist, wird das Speisewasser mittels einer elektrisch betriebenen Hochdruckkreiselpumpe einem Brunnenschachte entnommen und in einen eisernen Wasserturm von 11,6 ^{m} Gerüsthöhe und 300 cbm Inhalt gehoben. Von hier aus wird ein Rohrnetz gespeist, das auch noch an die städtische Wasserleitung angeschlossen ist. Die Wasserkräne im Freien geben 5 bis 6 cbm/Min.

Der Schuppen erhält Oberlicht und ist sehr hell. Nachts sorgen Bogenlampen in den Abteilungen A und B für reichliche Beleuchtung. Das Innere des Schuppens ist weifs angestrichen.

Da an die hölzernen in 9,8 ^{m} Abstand stehenden, 6,5 ^{m} hohen Dachstützen und an das hölzerne Gebälk der Abteilungen A und B keine schweren Lasten gehängt werden können, in dem Schuppen aber Ausbesserungsarbeiten an Lokomotiven vorgenommen werden müssen, wurde über zwei Gleise ein eiserner Bockkran mit elektrisch betriebener Laufkatze gestellt.

An einem äufsern Gleise wurde eine elektrisch betriebene Senkwinde eingerichtet, deren Kanal nach einer Öffnung aufserhalb des Lokomotivschuppens führt. Über dieser Öffnung steht ein Bockkran mit elektrisch betriebener Katze, um die Achssätze, welche versandt werden müssen, oder beim Schuppen ankommen, sofort in einen Güterwagen oder aus einem solchen heben zu können.

Zur Prüfung der Prefslufteinrichtung an den Lokomotiven ist eine Westinghouse-Luftpumpe mit einer Prefsluftleitung angebracht.

Der Strom für die elektrisch betriebenen Einrichtungen und für die Beleuchtung wird von dem bahneigenen Elektrizitätswerke in Freiburg geliefert.



Versuche mit Wärmeschutzmitteln an Lokomotivkesseln.

Von **Courtin**, Baurat und Mitglied der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe.

Berichtigung.

In der Zusammenstellung I, Organ 1906, Seite 8, mufs es in Spalte 4 der Ziffern 3 und 4 Weifs-Asbesttuch statt Blau-Asbesttuch heifsen.

Nachruf.

Charles Brown †.

Der am 6. Oktober 1905 verstorbene Charles Brown*) war am 30. Juli 1827 zu Uxbridge bei London geboren. Nach Besuch der bekannten Sektirerschulen in Woolwich bis 1841 wandte er sich der Technik in einer Zeit zu, in der die Eisenbahnen sich zu entwickeln begannen, die Entdeckungen Faraday's und anderer auf den Gebieten der Elektrizität, Galvanoplastik, Photographie und Telegraphie die Gemüter in Spannung hielten, und zwar gegen den Wunsch seiner Eltern.

Durch die Bekanntschaft mit dem Oberingenieur des Arsenals in Woolwich John Anderson und anderen bedeutenden Männern lernte der Jüngling die wissenschaftlichen und erfahrungsmäfsigen Grundlagen der Technik kennen. In einer selbsterbauten Werkstätte fertigte er Maschinen und Vorrichtungen für physikalische Versuche und löste auf diese Weise manche Aufgabe für seine Lehrer. Durch Faraday's Vermittelung kam er bis 1851 zu Maudslay Söhne und Field, in welchem Jahre die Gebrüder Sulzer ihn nach Winterthur riefen. Er fand dort kleine Anfänge des heutigen Werkes mit 70 Arbeitern vor, begann sogleich mit dem Ausbau und der Vervollkommnung der Arbeitsweisen und nach Verlauf von zwanzig Jahren hatte er das Werk auf 1700 Arbeiter gebracht, gegenwärtig beträgt die Zahl 5000. Er führte die bekannte Sulzersteuerung mit sehr gutem Erfolge in den Maschinenbau ein.

1871 schied Brown aus den Sulzerwerken aus und gründete die schweizerische Lokomotiv-Bauanstalt Winterthur. Hier verbesserte er die früher von ihm entworfene Steuerung und gab ihr seinen Namen. Eine mit seiner neuen Steuerung ausgerüstete Lokomotive erregte auf der Pariser Weltausstellung von 1878 berechtigtes Aufsehen, gleichen Erfolg erzielte er namentlich mit den in seinen Werken gebauten Gebirgslokomotiven.

Anfang der achtziger Jahre führte Brown den Bau von elektrischen Maschinen in seine Werkstätten ein und trug hierdurch in hohem Mafse zum Aufblühen des schweizerischen elektrischen Gewerbes bei. Im Jahre 1884 gründete er die elektrische Abteilung der Örlikonwerke. Ihm ist ferner die Aufnahme des Baues von Parsons' Dampfturbine in der von seinen Söhnen C. E. L. Brown und S. Brown gegründeten Bauanstalt von Brown, Boveri und Co. zu danken. Er vertrat die Ansicht, dafs im zwanzigsten Jahrhundert die umlaufende Dampfmaschine die Kolbenmaschine ganz verdrängen werde. Neuen Gedanken war er sehr zugänglich, er besafs umfassende Kenntnisse auf allen Gebieten der Technologie und stand in ständigem Briefwechsel mit allen bedeutenden Ingenieuren in Europa und Amerika, welche sich freuten, in schwierigen Fragen seinen Rat einholen zu können. In seinem 58. Lebensjahre übernahm er für kurze Zeit die Oberleitung der Armstrongwerke in Pozzuoli bei Neapel, kehrte dann nach Basel zurück, wo er seine Tätigkeit als beratender Ingenieur wieder aufnahm.

Bei eigener grofser Schaffenskraft besafs Brown auch die Gabe des Unterrichtes, die ihn befähigte, die besonderen Fähigkeiten des einfachen Schlossers wie des verantwortlichen Ingenieurs zu erkennen und zu entwickeln; die Schweiz verdankt ihm zu grofsem Teile den Ruf ihrer Ingenieurwerke. Auch sein Gefühl für Formenschönheit förderte seine Erfolge, die Eigenart seiner Arbeit ist Grofszügigkeit.

In welcher Achtung Brown bei den ihm Nahestehenden stand, zeigen folgende Worte, welche Sulzer-Steiner der Ältere ihm an seinem Grabe am 9. Oktober 1905 widmete.

»Brown war ein hervorragender, hochbegabter Ingenieur, welcher durch seine Fähigkeiten, durch seinen ausgezeichneten Charakter und sein gewinnendes Wesen die Achtung aller erwarb. Er wurde innerhalb kurzer Zeit eine schöpferische Kraft in der technischen Welt. Er ist der Gründer des technischen Gewerbes der Schweiz und sein Einflufs reicht auch nach Deutschland und Italien. Mit seinen reichen Fähigkeiten verband er grofsen Fleifs und es war ihm vom Schicksal beschieden, seine Arbeiten bis an sein Lebensende fortsetzen zu dürfen. Der Tod überraschte ihn am Arbeitstische.« H—t.

*) Nach Engineering 29. Dezember 1905, S. 853.

Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, jetzt Deutsches Museum.

Preis-Ausschreiben
betreffend
die Errichtung eines Gebäudes für das Deutsche Museum in München.

Das Deutsche Museum, dessen Aufgabe es ist, die historische Entwickelung der Naturwissenschaft und Technik durch hervorragende Meisterwerke darzustellen, beabsichtigt durch einen öffentlichen Wettbewerb unter den deutschen Architekten (einschliefslich der Deutsch-Österreicher und Deutsch-Schweizer) Projekte für die Grundrifsanordnung und den architektonischen Aufbau eines Museumsgebäudes zu gewinnen.

Die mit Kennwort versehenen Entwürfe nebst Erläuterungsbericht und Kostenüberschlag sind bis spätestens 20. September 1906 bei dem Deutschen Museum, München, Maximilianstrafse 26, in Einlauf zu bringen.



In einem mit demselben Kennworte versehenen verschlossenen Briefumschlag mufs enthalten sein: 1. die Adresse, an welche die Arbeit zurückzusenden ist, bezw. unter welcher mit dem Verfasser in Korrespondenz getreten werden kann; sowie: 2. ein zweiter verschlossener Briefumschlag mit dem Namen des Verfassers.

Zur Prüfung der eingereichten Entwürfe wird ein Preisrichterkollegium gebildet, welches sich wie folgt zusammensetzt:

Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. Lewald	ernannt vom Reichskanzler
Geh. Oberbaurat und vortragender Rat im Reichsamt des Innern Hückels	
Geh. Oberbaurat Hossfeld, Berlin	ernannt v. d. Kgl. preufs. Staatsregierung
Kgl. Oberbaurat L. Stempel, München	ernannt v. d. Kgl. bayer. Staatsregierung
Kgl. Oberbaurat Ed. Reuter, München	
Kais. Geh. Baurat und kgl. Sächs. Geh. Hofrat Prof. Paul Wallot, Dresden	ernannt v. d. Kgl. sächs. Staatsregierung
Prof. Theodor Fischer, Stuttgart	ernannt v. d. Kgl. württ. Staatsregierung
Geh. Rat Max Honsell, Karlsruhe	ernannt v. d. Grofsherzogl. bad. Staatsregierung
Geh. Oberbaurat Prof. Hofmann, Darmstadt	ernannt v. d. Grofsherzogl. hess. Staatsregierung
Prof. Lübke der Herzogl. Techn. Hochschule Braunschweig	ernannt v. d. Herzogl. Braunschweig-Lüneburgischen Staatsregierung
Baudirektor Zimmermann, Hamburg	ernannt v. d. Hamburgischen Staatsregierung
Münsterbaumeister Joh. Knauth, Strafsburg	ernannt v. d. reichsländischen Staatsregierung
Magistratsrat Wilh. Glöckle, Architekt, München	ernannt v. d. Stadt München
Städt. Oberbaurat Adolf Schwiening, München	
Geh. Hofrat Dr. Wilh. v. Borscht, I. Bürgermeister der Stadt München	Mitglieder der Baukommission des Deutschen Museums
Prof. Ad. v. Hildebrand, Bildhauer, München	
Prof. Karl Hocheder, Architekt, München	
Kgl. Ministerialrat Eug. Freiherr von Schacky, auf Schönfeld, München	
Geheimrat Prof. Dr. W. K. Röntgen, München	Vorsitzender des Vorstandsrates des Deutschen Museums
Kgl. Baurat Dr.-Ing. Osk. v. Miller, München	Vorstand des Deutschen Museums
Rektor magn. Prof. Dr. Walter v. Dyck, München	
Prof. Dr. Dr.-Ing. Carl v. Linde, München	

Zur Verteilung an die durch das Preisrichterkollegium im üblichen Prüfungsverfahren bezeichneten Entwürfe sind folgende Preise bestimmt:

I. Preis	15000 Mark
II. Preis	10000 «
III. Preis	5000 «
zusammen . .	30000 Mark.

Auf einstimmigen Beschlufs des Preisrichterkollegiums können die Preise unter Einhaltung der Gesamtsumme auch in anderer Weise verteilt werden.

Das Deutsche Museum behält sich aufserdem vor, einzelne nicht preisgekrönte Entwürfe zum Preise von je 2000 M. anzukaufen.

Die preisgekrönten und die etwa angekauften Entwürfe gehen mit dem Rechte der freien Benutzung in das Eigentum des Deutschen Museums über, doch soll das Reproduktionsrecht dem Verfasser des Projektes verbleiben.

Die Wahl des mit der Ausarbeitung des endgültigen Projektes, sowie mit der Bauleitung zu betrauenden Architekten bleibt dem Deutschen Museum vorbehalten.

Zur Darstellung der Entwürfe werden verlangt:

a) Ein Lageplan der Kohleninsel im Mafsstab 1 : 1000, in welchem sämtliche Baulichkeiten einzutragen sind.

b) Die Grundrisse sämtlicher Geschosse im Mafsstab 1 : 200, mit allgemeiner Angabe der Zweckbestimmung der einzelnen Räume.

c) Die Ansichten der Hauptfronten und etwaiger wichtiger Innen-Fassaden im Mafsstab 1 : 200.

d) Die zur Klarlegung der Anordnung nötigen Schnitte im Mafsstab 1 : 200.

e) Eine perspektivische Ansicht von der im Lageplan mit P bezeichneten Stelle der Erhardtstrafse.

f) Weitere perspektivische Skizzen und eine Vogelperspektive, wenn und soweit sie der Projekt-Verfasser für nötig erachtet.

g) Ein genereller Kostenanschlag für die einzelnen Baugruppen, bei welchem zu berücksichtigen ist, dafs die gesamten Baukosten des zunächst zur Ausführung gelangenden Teiles des Museums einschliefslich Vorarbeiten, Bauleitung, Planierung, Herstellung der Strafsen, sowie der künstlerischen Ausstattung, aber ausschliefslich der etwaigen Verlegung der Brücken, des Anschlusses an die Kanalisation und Wasserleitung, der maschinellen Anlagen, der Heizung, elektrischen Beleuchtung, Personen- und Maschinenaufzüge 5 Millionen Mark nicht überschreiten dürfen.

h) Ein Erläuterungsbericht.

Als Unterlagen gehören zum Preisausschreiben und sind vom Deutschen Museum in München, Maximilianstrafse 26, für 10 M. zu beziehen:

A. Die Baubedingungen.
B. Das Raumbedarfsverzeichnis.
C. Der Lageplan des Bauplatzes.
D. Die Grundrisse eines von Herrn Professor Dr. Gabriel v. Seidl ausgearbeiteten Vorprojektes.

München, 15. März 1906.

Deutsches Museum.

Der Vorstandsrat:	Der Vorstand:
Dr. W. C. Röntgen.	Dr.-Ing. Oskar v. Miller.
E. Ehrensberger.	Dr. W. v. Dyck.
Dr.-Ing. W. v. Oechelhäuser.	Dr. Dr.-Ing. C. v. Linde.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Mischdüse für Ölsprengung.*)

(Le Génie civil 1905, Juni, Band XLVII, S. 121. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 13 auf Tafel XX.

Das bei A eintretende Prefswasser saugt das Öl durch den mit dem Ölbehälter durch ein biegsames Rohr verbundenen Stutzen B an. Die je nach dem Wasserdrucke verschiedene Saugwirkung wird durch Hinein- oder Herausschrauben des Teiles C geregelt. Zur Regelung der Ölzuströmung dient ein Lufteinlafs D. —k.

*) Organ 1898, S. 86.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Lokomotivprüfstand in der Werkstätte zu Swindon.

(Engineer 1905, S. 621. Mit Abb.)

Der Prüfstand ist in erster Linie dazu bestimmt, die Probefahrten bei Lokomotiven, die aus der Werkstätte kommen, durch ortsfeste Versuche zu ersetzen; Vorrichtungen für Messungen aller Art sind zwar vorhanden, werden aber für gewöhnlich nicht benutzt. Damit sich bei den Versuchen alle Achsen der Lokomotiven, auch die Laufachsen und Drehgestellachsen einlaufen, werden die Tragrollen durch Riementrieb verbunden. Auf den Achsen der Tragrollen sitzen Bandbremsen, die durch Prefswasserkolben angezogen werden. Die Vorrichtung zum Aufbringen der Lokomotiven auf die Tragrollen ruht auf sechzehn Stützen, die gleichzeitig durch eine Triebmaschine gehoben oder gesenkt werden können. Auch die Verschiebung der Tragrollen in der Längsrichtung des Prüfstandes, entsprechend verschiedenen Achsständen, erfolgt durch eine Triebmaschine. Das Prefswasser für die Kolben zum Anziehen der Bremsen wird von einer doppeltwirkenden Pumpe geliefert. Der Auslafs des Wassers wird durch ein Ventil geregelt, welches durch einen Fliehkraftregler verstellt wird. Dieser kann für verschiedene Geschwindigkeiten eingestellt werden. Er sorgt aber mehr für Gleichmäfsigkeit, als für eine bestimmte Geschwindigkeit. Der Zugkraftmesser besteht aus mehreren Hebeln mit einer Wage. P—g.

Lokomotiv-Werkstätten der Nordostbahn zu Darlington.

(Engineer 18. August 1905, S. 160. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 12 auf Tafel XX.

Die Nordostbahn-Gesellschaft hat bislang den Bau ihrer Lokomotiven auf den Gateshead- und Darlington-Werken ausgeführt, während die Ausbesserungsarbeiten hauptsächlich in York erledigt wurden. Auf Veranlassung des Oberingenieurs W. Worsdell sind neuerdings die Yorker Werkstätten geschlossen und die Ausbesserungsarbeiten nach Darlington verlegt, wo grofse neue Werkstätten gebaut sind. Die Darlington-Werke beschäftigen gegenwärtig ungefähr 1800 Mann, können 500 bis 600 Lokomotiven im Jahre ausbessern und ungefähr 30 neue bauen. Hand in Hand mit den Lokomotivarbeiten gehen in grofsem Umfange die Arbeiten und Ausbesserungen an den aufserhalb befindlichen Maschinen- und elektrischen Anlagen. Ferner besteht dort eine Abteilung, in welcher künstliche Gliedmafsen für die bei Unglücksfällen verletzten Angestellten hergestellt werden.

Die Hauptabmessungen der neuen Ausbesserungshalle sind Länge = 154,94 m, Breite = 59,93 m. Sie ist in vier Schiffe geteilt, von denen die drei grofsen zur eigentlichen Ausbesserung der Lokomotiven dienen, während in dem vierten, 7,63 m breiten Diensträume, Werkzeuglager und Werkzeugmacherei, Maschinen für Messingbearbeitung und Schleif- und Sonder-Maschinen untergebracht sind. In den drei Schiffen für Ausbesserung, von denen jedes zwei elektrisch betriebene Laufkräne von 71,12 t und 15,24 t Tragkraft enthält, können im ganzen 72 Lokomotiven untergebracht werden. Die drei grofsen Kräne sind mit zwei 35,56 t-Winden zum Heben der Maschinen ausgerüstet.

Die letzteren werden nach Einbringen in die Werkstätte auf einer am westlichen Ende des mittlern Schiffes befindlichen Drehscheibe gedreht und mittels der Kräne über die vorhandenen Lokomotiven hinweg zu ihrem Aufstellungsgleise gebracht. Alle Kräne sind für jede Bewegung mit besonderen elektrischen Triebmaschinen, sowie zum Heben leichter Lasten mit Hülfswinden ausgerüstet. Jede fertiggestellte Lokomotive verläfst unter Prefsluftantrieb ihrer eigenen Maschine die Werkstätte, welche Einrichtung sich als bequem und reinlich arbeitend bewährt haben soll. Jede Grube ist mit Gas- und Prefsluft-Röhren, sowie mit elektrischer Leitung für die Beleuchtung des Innern der Lokomotiven ausgerüstet. Ein Netz von Schmalspurgleisen von 0,457 m Spur geht zum Verbringen von Materialien durch das ganze Gebäude. Entlang dem Nebenschiffe stehen Schlosserbänke, über denen in geeigneter Weise Flaschenzüge angeordnet sind. Durch die ganze Länge dieses Schiffes gehen zwei Triebwellen, welche durch zwei Elektromotoren unmittelbar angetrieben werden und 200 Umdrehungen in des Minute machen. Alle Schleif- und Polier-Arbeiten werden in einer Schleiferei durch ungeübte Arbeitskräfte ausgeführt, während die Monteure und Schlosser kein Schmirgelpapier ausgehändigt bekommen.

Die Halle ist in ihrer ganzen Ausdehnung reichlich mit Oberlicht versehen.

Gegen die Sommerhitze hat man sich durch grünen Anstrich der auf der Südseite liegenden Fenster geschützt. Es scheint hierdurch während des heifsesten Wetters eine mäfsige Wärme erhalten werden zu können. Das Gebäude ist durchweg mit hellem Anstriche versehen, was der ganzen Werkstätte trotz der grofsen Eisenmassen wenig Schatten gibt.

Die Tragsäulen stehen in Abständen von 11,13 m. zwischen je zweien befindet sich eine 1500kerzige offene Bogenlampe, deren im ganzen 48 vorhanden sind. Die in der Nebenhalle

befindlichen Bogenlampen haben 1000 Kerzen und hängen in Abständen von 5,49 m. Eine ähnliche Lampenreihe, welche zur Beleuchtung einer Gallerie dient, ist dicht unter der Dachfirste angebracht. Auf dieser Empore, welche von einem elektrisch angetriebenen 1,016 t-Krane bestrichen wird, sind die Plan- und Modellkammern, sowie die Räume für leichte Messingarbeit und die Ausbesserung von Westinghouse-Bremsteilen untergebracht.

Die zum Bohren, Aufweiten von Rohren und dergleichen erforderliche Prefsluft von 7,05 at wird durch Ingersoll-Sergeant-Dampfpumpen erzeugt. Die Schleif- und Polier-Abteilung wird von Staub durch zwei grofse mit Riemenantrieb versehene Sirocco-Sauger gereinigt.

Die Dampfkesselanlage besteht aus Lokomotivkesseln mit künstlichem Zuge, in welchen mit Feinkohle vermischte Rauchkammerlösche verbrannt wird, so dafs der elektrische Strom unter sehr geringem Kohlenaufwande erzeugt werden kann. Die Halle wird durch hoch liegende Dampfrohre von 101,3 mm Durchmesser geheizt. H—t.

Der Hammetschwand-Aufzug am Bürgenstock.

(Schweizerische Bauzeitung, Bd. XLVI, Nr. 15, vom 7. Oktober 1905. S. 186—188. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Taf. XX.

Um den höchsten Punkt des Bürgenstockes am Vierwaldstätter-See bequem zugänglich zu machen, ist vom Besitzer der dortigen Gasthöfe ein elektrisch betriebener Aufzug errichtet worden.

Der für acht Fahrgäste berechnete Korb bewegt sich zum kleineren Teile in einem senkrechten Schachte, zum gröfsern in einem frei stehenden eisernen Turme.

Die einzelnen Abmessungen der Anlage sind aus Abb. 7, Taf. XX ersichtlich.

Das Turmgestell ruht auf einem starken, eisernen Rahmen, der so tief in die Felswand eingelassen und so bemessen ist, dafs er als Freiträger berechnet, die ganze Belastung für den Fall aufnehmen kann, dafs etwa die die vordere Turmwand stützenden Felsen ihre Tragfähigkeit verlieren sollten.

Die fast senkrechte Felswand bot Gelegenheit, den Eisenbau beliebig abzustützen. Die Verankerungen, deren Abstände 20 bis 24 m betragen, sind so gebildet, dafs sie alle vier Turmständer zugleich seitlich festhalten und mittels ihrer gelenkartigen Anschlüsse Längenänderungen der Turmglieder in lotrechtem Sinne gestatten.

Die Turmwände sind als doppelt gegliederte Dachwerke ausgebildet. Die lotrechten Lasten werden von den Ständern allein aufgenommen. Der Winddruck beansprucht den Turm als Träger auf mehreren elastischen Stützen.

Die Ausführung bot keine erheblichen Schwierigkeiten. Unter ähnlichen Verhältnissen dürften sich Turmbauten von noch gröfserer Höhe unbedenklich herstellen lassen.

Die Maschinenanlage befindet sich in dem offenen, wagerechten Schlitze am Fufse des Aufzuges. Um der grofsen Förderhöhe und den ungewöhnlichen Spannungsverhältnissen Rechnung zu tragen, sind für neun ungünstig gewählte Möglichkeiten einer Betriebstörung entsprechende Sicherheitsvorrichtungen getroffen. O.

Allis-Chalmers Dampfturbinen für das neue Kraftwerk der Brooklyn Rapid Transit Gesellschaft.

(Railroad Gazette Nr. 19 vom 10. November 1905, S. 452. Mit Abb.)

Die sechste grofse für die Brooklyn Rapid Transit-Gesellschaft gebaute Kraftanlage weicht in mancher Beziehung von den mit Dampfkolbenmaschinen ausgerüsteten Anlagen ab. Der für die Maschinen nötige Raum ist klein, da die Turbinenhalle nur zwei Drittel des für die Kessel erforderlichen Raumes enthält, während der Maschinenraum bisher ungefähr das 1,5 fache des Kesselraumes erforderte. Die Wichtigkeit des geringen Raumbedarfes tritt namentlich bei hohen Grundstückspreisen hervor, daneben spart man an Gebäudekosten.

Die neue in der Nähe der Williamsburgbrücke über den East-River errichtete Anlage hat Platz für neun Stromerzeuger mit Dampfturbinen, von denen drei bereits aufgestellt sind. Die bemerkenswerteste ist eine Allis-Chalmers Turbine von 9000 P.S. mit vielfacher Dampfdehnung und 750 Umdrehungen in der Minute. Der Stromerzeuger ist eine Bullock-Wechselstrommaschine, welche in den Cincinnati-Werken der Allis-Chalmers-Gesellschaft gebaut ist. Sie verträgt dauernd eine Mehrleistung von 25 % und für drei Stunden eine solche von 50 %, wobei die Wärme nur wenig zunimmt.

Die Schaufeln der Turbine sind aus einem besonderen Mischmetalle hergestellt und sollen durch ihre Bauart und Bemessung hohe Dampfersparnis geben. Zum Anlassen der Turbine ist eine unmittelbar wirkende Dampfpumpe vorgesehen. Die Turbinenräder und der Anker des Stromerzeugers sind durch eine biegsame Kuppelung unmittelbar verbunden und durch je zwei Kugellager unterstützt.

Der Stromerzeuger mit der Turbine ist ungefähr 14,3 m lang, 4 m breit und über dem Boden des Maschinenraumes gemessen 3,5 m hoch. H—t.

Maschinen- und Wagenwesen.

4/6 gekuppelte Lokomotiven für die Staatsbahnen in Natal.

(Engineer 15. Sept. 1905, S. 262. Mit Abb. und Taf. I.)

Der Dienst auf der 492 km langen Strecke Durban-Charlestown wurde bisher von schweren Tenderlokomotiven versehen; da sich diese aber hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und ihres Wasserraumes den Ansprüchen nicht mehr gewachsen zeigten, so wurden sie durch kräftigere Lokomotiven einer neuen Bauart ersetzt, von denen 50 von der »North British Locomotive Co.« in Glasgow gebaut wurden.

Besonders bemerkenswert bei diesen 4/6 gekuppelten Lokomotiven ist der Kessel. Um bei der Spurweite von 1067 mm eine Rostfläche von 3,16 qm einbauen zu können, ohne den

Rost über das zulässige Mafs hinaus zu verlängern, wurde eine breite, flache, oberhalb des Rahmens gelagerte Feuerkiste gewählt, und der Kessel so hoch gelegt, wie es die Spurweite noch zuliefs. Durch ein aus feuerfesten Steinen gebildetes Feuergewölbe wird im vordern Teile der Feuerkiste eine Verbrennungskammer gebildet. Der Kessel ruht vorn und hinten auf Gufsstahl-Satteln, die Feuerbüchse ist hinten durch eine Gelenkanordnung mit dem Rahmen verbunden.

Die Lokomotiven haben sich auf Steigungen von 1 : 30 mit Krümmungen von 900 m Halbmesser bisher gut bewährt; ihre Hauptabmessungen sind die folgenden:

Spur	1067 mm
Zylinderdurchmesser d	521 «
Zylinderhub h	610 «
Triebraddurchmesser D	1156 «
Heizfläche, innere H	189 qm
Rostfläche R	3,16 qm
Dampfüberdruck p	14 at
Dienstgewicht der Lokomotive L	70 t
Tenderraum für Wasser	14,6 cbm
Kohlenvorrat	7,0 t
Verhältnis H : R	60
« H : L	2,7 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 h}{D} \cdot 0{,}5 \cdot p$	10000 kg
Verhältnis Z : H	53 kg/qm
« Z : L	143 «

T.

36 t Kippwagen für den mittelamerikanischen Kanal.

(Railroad Gazette, 20. Okt. 1905, S. 377. Mit Abb.)

Der Selbstentlader der »King-Lawson«-Bauart ist ganz aus Eisen hergestellt, sein Eigengewicht beträgt etwa 24 t, das Ladegewicht 36 t. Die nach beiden Seiten mögliche Entleerung geschieht durch Kippen des Wagenkastens; zu diesem Zwecke sind auf jeder Seite unter dem Boden zwei Luftzylinder angeordnet. Zehn solche Selbstentlader sind bereits auf der Lackawanna-Bahn in Dienst gestellt und haben sich für jede Art von Ladung, für Steine, Sand, Erde, Erz, Roheisen bis jetzt gut bewährt. T.

3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der London und Nordwest-Bahn.

(Engineer, 6. Okt. 1905, S. 336. Mit Abb. und Tafel.)

Die Crewe-Werke haben für die genannte Bahn einige schwere Zwillings-Schnellzug-Lokomotiven erbaut mit vorderm Drehgestelle, innerhalb des Rahmens liegenden Zylindern und Joy-Steuerung. Der Tender ist dreiachsig und mit der Vorrichtung zum Wassernehmen während der Fahrt ausgerüstet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	483 mm
	Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D		1905 «
Heizfläche, innere H		173 qm
Rostfläche R		2,32 qm
Dampfüberdruck p		12,3 at
Heizrohre	Länge	3962 mm
	Durchmesser, äufserer	47,6 mm
	Anzahl	299
Kleinster Kesseldurchmesser aufsen		1511 mm
Gewicht im Dienste:	Triebachslast L_1	47,5 t
« « «	im ganzen L	66,8 «
Inhalt des Tenders:	Wasser	11,4 cbm
« « «	Kohlen	6 t
Verhältnis H : R		75
« H : L		2,6 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 h}{D} \cdot 0{,}5 \cdot p$		4980 kg
Verhältnis Z : H		28,7 kg/qm
« Z : L		74,6 kg/t
« $Z : L_1$		105 «

T.

Neue 2/4 gekuppelte Zwillings-Tender-Lokomotive mit hinterm Drehgestelle für die englische Südost- und Chatham-Bahn.

(Engineer 1905, II., August, S. 183. Mit Zeichnungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XIX.

In den Ashford-Werken der Bahn sind zwanzig Lokomotiven gebaut, die hauptsächlich schwere Vorortszüge befördern sollen. Nach den angestellten Versuchen hat sich ergeben, dafs die Lokomotiven wesentlich kräftiger sind, als die bisher auf den Strecken dieser Bahn verwendeten Tender-Lokomotiven. Fast alle Triebwerksteile sind so gebaut, dafs sie ohne weiteres gegen diejenigen der übrigen Güterzuglokomotiven der Gesellschaft ausgewechselt werden können. Die Lokomotiven sind mit Stones*) Funkenfänger und Heizstoffsparer ausgerüstet, mit denen bereits ein grofser Teil der übrigen Lokomotiven der Gesellschaft mit gutem Erfolge versehen worden ist. Die Lokomotiven haben Stephenson-Steuerung mit Umsteuerung durch Dampfkraft. Die Räder bestehen aus Gufsstahl, die Achsen, Rahmen, die äufsere Feuerkiste, der Langkessel und die Rauchkammer aus Siemens-Stahl, während die innere Feuerkiste aus Kupfer hergestellt ist. Ferner sind die Lokomotiven mit selbsttätiger Saugebremse und Dampfsandstreuer ausgerüstet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser	d =	446 mm
Kolbenhub	h =	660 «
Abstand der Zylindermitten von einander		724 «
Abmessungen der Dampfeinlafskanäle		465 × 32 «
« « Dampfausströmkanäle		465 × 64 «
Neigung der Zylinderachsen gegen die wagerechte		1 : 9
Durchmesser der Schieberstangen		45 mm
« « Kolbenstangen		73 «
Länge der Pleuelstangen		1802 «
« « Exzenterstangen		1592 «

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 2. Auflage, Band I.

Triebraddurchmesser . . . . . D =	1675 mm
Durchmesser der Räder des Drehgestelles	1092 «
Stärke der Rahmenbleche	25,4 mm
Entfernung zwischen Trieb- und Kuppelrad	2285 mm
Drehgestell-Achsstand	1523 «
Ganzer Achsstand	6654 «
Länge zwischen den Buffern gemessen . .	10222 «
Heizfläche . . . . H =	102,6 qm
Rostfläche . . . . R =	1,55 qm
Dampfüberdruck . . . . p =	11,25 at
Länge der Heizrohre	3242 mm
Äufserer Durchmesser der Heizrohre . .	44,5 mm
Anzahl der Heizrohre	205
Äufserer Durchmesser des Langkessels .	1319 mm
Stärke der Langkesselbleche	12,7 mm
Triebachslast im Dienste . . . . L_1 =	34,04 t

Ganzes Dienstgewicht . . . . . L =	54,767 t
Inhalt des Tenders: Wasserbehälter . .	5,45 cbm
Kohlenraum . . .	2,286 t
Verhältnis . . . . H : R =	66
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L =	1,875 qm/t
Gröfste Zugkraft . . . . Z =	7610 kg*)
« « für 1 qm Heizfläche Z : H =	74,2 kg/qm
« « « 1 t Dienstgewicht Z : L =	140,0 kg/t
« « « 1 t Triebachslast Z : L_1 =	225,0 « **)
	H—t.

*) Die gröfste Zugkraft ist im Verhältnisse zu den Zylinderabmessungen sehr hoch angegeben. Nach der Formel $Z = \frac{0,75\, d^2 h}{D} \cdot p$ folgt Z = 6600 kg.

**) Wegen der hohen Angabe der Zugkraft wird auch diese Zahl hoch. Bei der ausgerechneten Zugkraft sinkt sie auf 194 kg/t, bleibt damit aber immer noch sehr hoch.

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Die Stadtbahn in Philadelphia.

(Engineering News 1904, Dezember, Band LII, S. 584.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XX.

Vor einigen Monaten haben die Arbeiten zum Bau eines Stadtbahnnetzes für die Stadt Philadelphia begonnen. Diese Bahn wird teils als Untergrund- und teils als Hochbahn ausgeführt. Im folgenden soll der Entwurf für den Tunnel der im Baue begriffenen viergleisigen Untergrundstrecke in Market-Street von der 15. Strafse bis zum Schuylkill-Flusse mit der Station 19. Strafse behandelt werden.

Lasten. Die bei der Berechnung des Tunnels angenommenen Lasten sind folgende:

Ruhende Last. Die Eigenlast der Decke beträgt bei der geringsten Dicke von 61 cm 1270 kg/qm, bei der gröfsten von 3,05 m 5580 kg/qm.

Verkehrslast. Die schwersten Wagen haben 9 t Radbelastung, 6,10 m Achsstand und 1,83 m Radstand. Diese Last wird als durch die Decke auf ein Rechteck verteilt eingeführt. Wo Mannlöcher oder andere Strafsenbauwerke auf der Tunneldecke aufgebaut und so die Lastannahmen durchbrochen werden, sind Roste verlegt, um eine der Annahme entsprechende Verteilung zu sichern.

Aufser den Einzellasten ist aufserhalb eines symmetrisch zu der Einzellast angeordneten Raumes von 9,14 m Länge und 3,35 m Breite, dessen Länge mit der Längsachse der Einzellast gleichläuft, eine gleichförmig verteilte Last von 977 kg/qm angenommen.

Seitliche Last auf den Seitenwänden. Der angenommene Druck auf die Seitenwände besteht aus zwei Teilen: dem ruhenden Gewichte der aufserhalb der Wände befindlichen Erde und der Verkehrslast von 977 kg/qm. Der Druck auf die Wände ist nach der von Rankine entwickelten Erddruckformel berechnet. An den Stellen, wo das Bauwerk dicht an schwere Gebäude heranreicht, sind die Gewichte der letzteren bei der Bestimmung der Wandstärken berücksichtigt.

Durchdrungene Erdarten. Der gröfsere Teil des Tunnels geht nach den Bohrungen durch Kies und Sand. Längs dem östlichen Teile der Strecke liegt oben eine Kleischicht, und nach dem westlichen Ende zu dringt der untere Teil 60 bis 90 cm in Glimmer. Der Grundwasserspiegel steigt ungefähr in der Mitte zwischen der 19. und 20. Strafse über Bettungsunterkante und liegt in der 22. Strafse etwa 1,8 m über der Sohle. Der Untergrund ist im ganzen fest.

Strafsenbauwerke und Gebäude. Der gröfsere Teil der in Market Street liegenden Kanäle, Wasser- und Gasrohre und elektrischen Drahtleitungen liegt über der Höhe der Tunneldecke. Die grofsen Kanäle der Querstrafsen liegen gewöhnlich unter der Tunneldecke, aber die verschiedenen anderen Leitungen ragen mit vereinzelten Ausnahmen nicht in den Tunnelraum hinein. Der gröfsere Teil der Gebäude, welche die Market Street längs der Arbeitstrecke begrenzen, sind zwei- bis fünfstöckige Backsteinbauten; aber nach dem westlichen Ende der Strecke hin befinden sich eine Anzahl hoher und schwerer Bauwerke. Die bemerkenswertesten von diesen sind die neunstöckige Bank und das vierzehnstöckige Arcade Building an der südöstlichen und südwestlichen Ecke der 15. Strafse. Auf der ganzen Strecke kommen die Seitenwände des Tunnels in der Regel dicht an die Begrenzungslinien der Market Street.

Tunnelbauwerk. Das Bauwerk ist in Abb. 1 bis 6, Taf. XX dargestellt. Die vier Gleise liegen in der Geraden und auf gleicher Höhe. Die Decke wird von drei Reihen stählerner Säulen getragen.

Die Tunnelsohle besteht aus einer Betonschicht von 1 : 3 : 6, die nördliche Seitenwand aus einem Verbundkörper aus Eisen und Beton von 1 : 3 : 6. Die südliche Seitenwand besteht aus einer nach innen liegenden Verbundwand aus Eisen und Beton von 1 : $2^1/_2$: 5, einer zwischenliegenden Wand aus Leitungsröhren von verglastem Tone und einer nach aufsen liegenden Wand aus Schlackenbeton von 1 : 2 : 6 mit einem wasserdichten Überzuge an ihrer Innenseite. Je zwei Säulen in der Längsrichtung stehen in einer Eisenbetonwand.

Dichtung. Das Tunnelbauwerk, einschliefslich der Stationen, Treppen, Mannlöcher, wird durch eine 13 cm starke Asphaltschicht vollkommen wasserdicht gemacht.

Leitungsröhren. Zur Aufnahme der elektrischen Leitungsdrähte wird eine Anzahl verglaster Tonröhren von 10 cm Durchmesser in die südliche Seitenwand eingebaut.

Station 19. Strafse. Die einzige Station auf dem im Baue begriffenen Teile der in Market Street liegenden Bahn liegt an der 19. Strafse und wird nur für die beiden äufseren Gleise eingerichtet, da diese für ausreichend gehalten werden, den ganzen Verkehr aufzunehmen. B—s.

Technische Litteratur.

Ingenieure und Pioniere im Feldzuge 1870—71. Belagerung von Strafsburg von R. von Pirscher, Generalmajor z. D. Berlin, A. Schall.

Das Werk bringt eine eingehende und fesselnd geschriebene Darstellung des Verlaufes der Belagerung von Strafsburg unter reicher Ausstattung mit Plänen und Skizzen der sehr ausgedehnten Angriffsbauten. Die Darstellung ist eine fachmännisch erschöpfende, doch aber so gehalten und durch Worterklärungen unterstützt, dafs auch der Laie der spannenden Schilderung leicht zu folgen vermag.

Die Schilderung beschränkt sich nicht auf die Darlegung der Tatsachen, auch die Gedanken, Gefühle und Erwägungen auf beiden Seiten werden für gröfsere Verbände und Einzelne auf nächtlichen Erkundungsunternehmungen mitgeteilt, sodafs der Leser den Fortschritt der Belagerung gewissermafsen mit erlebt, und genauen Einblick in die natürlichen Vor- und Nachteile, in die Fehler und Verdienste und die Stimmungen beider Seiten gegenüber den nervenerschütternden Ereignissen eines solchen Angriffes erhält.

Das die verschiedenen Stufen des Angriffes durch abwägende Erörterungen würdigende Werk ist zugleich lehrreich für den Berufsoldaten und fesselnd für den Laien; für den Bauingenieur hat es noch die besondere Bedeutung, zu zeigen, wie wichtig die ihm geläufigen technischen Dinge im Festungskriege werden, und welche Bedeutung er bei schlagfertiger Beherrschung seiner Kunst für einen belagerten Platz in Angriff und Verteidigung gewinnen kann.

Wir sind überzeugt, dafs das Werk auch unserm Leserkreise Stunden anregender und nützlicher Beschäftigung bieten kann.

Brockhaus' kleines Konversations-Lexikon. *) Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage. Zwei Bände in 66 Heften zu je 30 Pf. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1905.

Die vorliegenden Hefte 5 bis 9, von »Australien« bis »Buntkäfer« reichend, geben uns wieder Anlafs, auf das schöne und vortreffliche Werk hinzuweisen. Auch diese Hefte enthalten wieder vorzüglich ausgeführte Tafeln in Farbendruck und Zinkätzung, die trotz des von der Seitengröfse bedingten kleinen Mafsstabes, das darzustellende äufserst klar und selbst mit malerischer Wirkung zur Erscheinung bringen.

Besonders möchten wir aber heute die ungeheure Stoffülle betonen, die hier in engen Raum gedrängt, doch leicht verständlich und übersichtlich geboten wird. So ist zu dem Worte »Auswanderung« auf zwei Seiten eine Übersicht der in Frage kommenden Angaben der Verhältnisse und Zahlen mitgeteilt, die ein umfassendes Bild dieser eigenartigen neuern Form der Völkerwanderung für die ganze Welt bietet und uns zeigt, dafs die Wanderungen zu Beginn der deutschen Geschichte wohl nach der Art des Auftretens der Einwandernden als Sieger und Herren besondere Züge aufweisen, nach Umfang aber sicher weit hinter unserer stillern Form der Völkerbewegung zurückstehen.

Bei weiterer Durchsicht haben unter vielen anderen die Bearbeitungen von »Bergbau«, »Astronomie«, »Bevölkerung«, »Ethnographie« durch die reizvolle und belehrende Fassung eingehende Beachtung auf sich gezogen. Wir können versichern, dafs das Werk nicht blofs für das Nachschlagen zu augenblicklicher Klarstellung auftauchender Fragen, sondern auch zu nützlicher Unterhaltung in Stunden der Mufse vorzügliche Dienste zu leisten imstande ist, und empfehlen es daher wiederholt der Aufmerksamkeit aller Kreise.

*) Organ 1906, S. 68.

Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken. Dr.-Ing.-Dissertation des Diplom-Ingenieurs F. Bohny, angenommen von der technischen Hochschule in Darmstadt. Leipzig, W. Engelmann, 1905.

Der im Brückenbau wohlerfahrene, praktisch und theoretisch aus einer Reihe guter Schriften bekannte Verfasser, Oberingenieur der vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg-Gustavsburg, behandelt in dieser der Erwerbung der akademischen Würde Dr.-Ing. gewidmeten Schrift einen für unsere Zeit bedeutungsvollen Gegenstand, die Hängebrücken. Die schlechten Erfahrungen mit den ersten, fast ganz schlaffen, gröfseren Hängebrücken beispielsweise in Hameln, Mannheim, Freiburg i. Schw., Niagara haben dahin geführt, dafs diese Brückenart durch etwa vier Jahrzehnte ganz bei Seite geschoben wurde. Verschiedene Versuche einzelner Ingenieure, sie wieder zu beleben, hatten keinen Erfolg, nur für die grofsen Ströme Nordamerikas hat sie dauernd eine wenn auch nur geringe Bedeutung behalten.

Erst nachdem die Neuzeit gelernt hat die Hängebrücke durch an sich zweckmäfsige Mittel zu versteifen, hat man von Neuem erkannt, dafs die Hängebrücke für grofse Weiten doch die zweckmäfsigste bleibt, ja in manchen Fällen fast unentbehrlich ist; man wendet sich ihr deshalb auch in Europa wieder zu.

In dieser Entwicklungstufe bringt die Bohny'sche Arbeit eine umfassende wissenschaftliche und bautechnische Darlegung der Eigenschaften, Verhältnisse und Berechnungsweisen der-

jenigen statisch bestimmten und unbestimmten Gestaltungen der versteiften und steifen Hängebrücke, welche bei den letzten Preisausschreiben und Ausführungen eine Rolle gespielt haben.

Da wir das Gebotene für ein vortreffliches Mittel halten, sich über die neuesten Errungenschaften der Technik auf diesem Gebiete einschliefslich der Bildung und Herstellung von Tragkabeln zu unterrichten, so machen wir auf das im Buchhandel erschienene Werk besonders aufmerksam.

Illustriertes sechssprachiges technisches Wörterbuch Deinhardt-Schloman.

Das Wörterbuch verspricht, durch seine eigenartige und zweckmäfsige Anordnung ein sprachliches Hülfsmittel ersten Ranges für den Ingenieur zu werden. Durch Aufnahme von verständnisfördernden Zeichnungen, Formeln und sonst in der technischen Welt allgemein gebräuchlichen Bezeichnungen, auch dadurch, dafs d[illegible] nach dem Stoffe gegliedert wurde, ist es gelungen, die sprachlichen Ausdrücke so genau zu umschreiben, dafs eine unrichtige Anwendung ausgeschlossen erscheint. Das Wörterbuch soll in einer Reihe von einzelnen, zu mäfsigen Preisen käuflichen Bänden erscheinen, von denen jeder ein bestimmtes Gebiet der Technik behandelt und in sich abgeschlossen ist.

Die Aufnahme eines zusammenfassenden Inhaltsverzeichnisses ist vorgesehen, das jeden einzelnen Band geeignet macht, dreifsig zweisprachige Wörterbücher der bisherigen Einrichtung zu ersetzen.

Eine Reihe der angesehensten Verläge des Auslandes hat sich mit der bekannten Verlagsbuchhandlung von R. Oldenbourg in München und Berlin zur Herausgabe des grofsen Unternehmens vereinigt, dessen erster Band noch im Jahre 1905 zur Ausgabe kommen sollte.

Erdrutschungen. Von H. Wegele, o. Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt, Königl. preufs. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D. Handbuch der Ingenieurwissenschaften I. Teil, 2. Band. Vierte Auflage. Leipzig, W. Engelmann, 1905.

Die auf den Erfahrungen der früheren Auflagen fufsende, für dieses Gebiet mafsgebende Neubearbeitung hat eine wesentliche Vervollständigung durch weitgehende Benutzung der neuesten Veröffentlichungen, namentlich solcher aus den gebirgigen Teilen Frankreichs, Italiens, der Schweiz und Österreichs erfahren. Für die Verhältnisse der Tiefebene sind namentlich die Beobachtungen vom Kaiser Wilhelm-Kanale geschildert.

Die Neubearbeitung ist geeignet, Aufschlufs über die Vermeidung von Rutschungen und über die Bekämpfung entstandener unter den verschiedenartigsten Umständen auch bezüglich der Einzelheiten der Mafsnahmen zu geben, da viele ausgeführte Sicherungen in Wort und Bild eingehend geschildert sind.

Wir empfehlen unsern Lesern die Kenntnisnahme der Neubearbeitung dringend.

Stütz- und Futtermauern. Von F. Häseler, Geheimer Hofrat, o. Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, I. Teil, 2. Band. Vierte Auflage. Leipzig, W. Engelmann, 1905.

Die Bearbeitung enthält eine vollständige Theorie des Druckes im unbegrenzten Erdkörper mit Anwendungen auf häufig vorkommende Körperformen, so den Bahndamm, dann die Verwendung dieser Theorie zur Stärkenbestimmung von Futter- und Stützmauern mit verschiedenen Überlastungsfällen, weiter die Untersuchung der Spannungen in vollen und aufgelösten Mauern, schliefslich die Darstellung und Beschreibung einer grofsen Zahl von Ausführungen.

Auf das Erscheinen dieses für den Eisenbahntechniker bei dem zur Herstellung der Entwürfe für Bahnkörper besonders wichtigen Teile des Handbuches, dessen Fassung eine klare, übersichtliche, Unnötiges vermeidende, aber doch wissenschaftlich gründliche ist, machen wir besonders aufmerksam.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri spezialisti. Unione tipografico-editrice torinese. Turin, Rom, Mailand, Neapel 1905. Preis des Heftes 1,6 M.

Heft 208. Vol. IV, Teil II, Cap. IV. Besondere Technologie der Kessel, von Ingenieur Pietro Verole.

Heft 209. Vol. V, Teil III, Cap. XIX. Elektrische Strafsenbahnen und Hauptbahnen, von Ingenieur Filippo Santoro.

Hefte 210, 211. Vol. III, Teil II, Cap. XXIV. Der Betrieb der Eisenbahnen im Kriege, von Alfredo Giannuzzi Savelli, Major der Genietruppe, Professor der Kriegsschule.

Hefte 212, 213. Vol. V, Teil II, Cap. X. Weichen- und Signalstellwerke, von Ingenieur Giuseppe Boschetti.

Heft 214. Vol. I, Teil III, Cap. IX. Brücken und Talübersetzungen in Eisen, von Ingenieur Lauro Pozzi.

Heft 215. Vol. V, Teil III, Cap. XIX. Elektrische Strafsenbahnen und Hauptbahnen, von Ingenieur Filippo Santoro.

Hefte 216, 218, 219. Vol. II, Teil II, Cap. X. Weichen- und Signal-Stellwerke, von Ingenieur Giuseppe Boschetti.

Heft 217. Vol. IV, Teil II, Cap. IV. Besondere Technologie der Kessel, von Ingenieur Pietro Verole.

Heft 219bis. Vol. IV, Teil II, Cap. IV. Besondere Technologie der Kessel, von Ingenieur Pietro Verole.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 5. Heft. 1906.

Ersatz der Hebel- und Unterweg-Sperre bei den Stellhebeln der Ausfahrsignale in Stationen und der einarmigen Signale bei Bahnabzweigungen durch die bereits vorhandenen Einrichtungstücke der Stellwerke.

Von **M. Boda**, Oberingenieur in Budweis.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXI.

Bei der Streckensicherung mit vorschriftswidrig gehandhabten zweifelderigen Streckenblockwerken waren Zugeinholungen und Unregelmäfsigkeiten im Zugverkehre nicht ausgeschlossen. Der Grund dieser Übelstände lag darin, dafs die Blockwärter die Blockwerke entweder vorzeitig, oder zu spät bedient haben. So hatte einerseits die Blockung eines Streckenblocksignales, vor Eintreffen des erwarteten Zuges, mitunter das Einfahren des Folgezuges in die freigegebene aber besetzte Blockstrecke, und anderseits die Vornahme der Blockung zu einer Zeit, in der das in der Fahrrichtung liegende Nachbarblocksignal bereits geblockt war, das Anhalten des Folgezuges vor diesem Signale und der übrigen Folgezüge vor den nicht entblockten Signalen zur Folge.

Die erste Möglichkeit wurde durch Einführung der elektrischen Druckknopfsperre beseitigt, durch die die Blockung der Streckenblocksignale von der Vorbeifahrt der Züge abhängig gemacht ist. Für den zweiten Fall wurden vierfelderige Streckenblockwerke eingeführt, dadurch die Nachsendung der verspäteten Blockung ermöglicht, und das Anhalten der Folgezüge verhindert.

Bei dem Anfangsignale der Streckensicherung, dem Ausfahrsignale in der Station würde die vorzeitige Blockung nur zur Folge haben, dafs der betreffende Zug die Fahrt gegen ein »Halt«-Signal antreten müfste, wenn nicht dieser Bedienungsanstand durch einen Eingriff in das Blockwerk rechtzeitig künstlich beseitigt würde. Bei verspäteter Blockung des Ausfahrsignales würde dasselbe für den Folgezug eintreten.

Bei den Ausfahrsignalen, deren Stellung auf »Halt« und Blockung hinter den Zügen keinem Zwange unterlag, war es aber auch nicht ausgeschlossen, dafs das für einen Zug auf »Fahrt« gestellte Signal hinter dem Zuge nicht auf »Halt« zurückgelegt und somit auch nicht geblockt wurde. Infolge dieser Unterlassung war der aus der Station ausgefahrene Zug nicht gedeckt, und es konnte gleich hinter ihm ein zweiter Zug in die erste Blockstrecke nachgesendet werden. Aufserdem ging durch diese unterlassene Blockung der Blockungszwang für die Blockwärter und alle Folgezüge verloren, dadurch war zugleich die Möglichkeit gegeben, die ganze Streckensicherung bis etwa auf das letzte Blocksignal, das Abschlufssignal, aufser Betrieb zu setzen. Bestanden in einer Station mehrere auf dasselbe Streckengleis weisende Ausfahrsignale, deren »Fahrt«-Stellung an die Weichenstellung gebunden war, so konnte auch der sehr mifsliche Fall eintreten, dafs der Stellwerkswärter das betreffende auf »Fahrt« gestellte Signal nach Abfahrt eines Zuges zwar einzog, jedoch nicht blockte, dafür aber die Weichen für den Folgezug einstellte, und bevor der erste Zug den ersten Blockabschnitt verlassen hatte, das betreffende Signal für den Folgezug auf »Fahrt« zog.

Um die Deckung der ausfahrenden Züge zu erzwingen, werden zwischen die Arme der Ausfahrsignale und ihre Drahtzüge mechanische oder elektrische Kuppelungen, »Halt«-Fallvorrichtungen, eingeschaltet, und diese mit mechanischen oder elektrischen, neben dem Streckengleise angebrachten Einrichtungen derart verbunden, dafs sie, durch die ausfahrenden Züge ausgelöst, die Signalarme freigeben, sodafs diese sich durch ihr Übergewicht selbst in die »Halt«-Stellung begeben.

Um aber die Blockung der Ausfahrsignale, nämlich die in die Grundstellung zurückgelegten und mit der Signalarmstellung in Einklang gebrachten Signalstellhebel zu erzwingen, hat man die Einrichtung getroffen, dafs sich der jeweilig umgelegte und dann in die Grundstellung zurückgeführte Signalhebel selbsttätig sperrt, und erst dann wieder freibeweglich wird, wenn er mittels des Ausfahrblockes geblockt und durch den Nachbarblockwärter beim Blocken seines Signales hinter dem Zuge entblockt wird.

Wird diese Blockung zu spät oder gar nicht ausgeführt, dann kann das Signal für den Folgezug nicht auf »Fahrt« ge-

stellt werden, und darin liegt der Zwang für den rechtzeitigen Vollzug der Blockung.

Bestehen mehrere auf dasselbe Gleis weisende Ausfahrsignale, deren Stellhebel sich somit gegenseitig ausschliefsen, dann wird die Einrichtung in der Weise getroffen, dafs mit der Umlegung eines jeden für die »Fahrt«-Stellung eines der Signale die übrigen Stellhebel in der Grundstellung verschlossen werden, und dafs er sich, wenn er dann wieder in die Grundstellung, das Signal also auf »Halt« zurückgeführt wird, selbsttätig sperrt, und dafs mit ihm die übrigen Stellhebel gesperrt bleiben, Hebelsperre. Um dann diese Sperre zu lösen, und dasselbe oder ein anderes Ausfahrsignal auf »Fahrt« stellen zu können, werden diese Stellhebel mit dem gemeinschaftlichen Anfangblocke, dem Ausfahrblocke, geblockt, dadurch die Hebelsperre durch die Blocksperre ersetzt, und diese durch den Nachbarblockwärter beim Blocken des Signales hinter dem Zuge aufgehoben.

In diesem Falle liegt der Blockzwang der Ausfahrsignale hinter dem Zuge in der Notwendigkeit der »Fahrt«-Stellung desselben oder eines andern Ausfahrsignales für den Folgezug.

Für die einarmigen Signale A und B vor Einmündung der Bahn aus S_3 in die Hauptbahn S_1—S_2 (Abb. 2, Taf. XXI) gilt das für die Ausfahrsignale Gesagte, jedoch mit dem Unterschiede, dafs sich der umgelegte und darauf wieder in die Grundstellung zurückgelegte Stellhebel nicht verschliefst, dafür aber den andern Stellhebel so lange in seiner Grundstellung festhält, bis das Signal hinter dem erwarteten Zuge geblockt ist, wobei diese Sperre durch die Blocksperre ersetzt wird.

Der Selbstverschlufs der umgelegten und wieder in die Grundstellung zurückgelegten Stellhebel kann in diesem Falle aus dem Grunde wegfallen, weil der Zwang der Blockung der Signale in der Notwendigkeit der Entblockung der hinterliegenden geblockten Nachbarblocksignale für die nachfahrenden Züge besteht, die ausgeführt werden mufs, wenn die Züge nicht aufgehalten werden sollen. Auch ist es in diesem Falle nicht nötig, die Hebel mit der elektrischen »Haltfall«-Vorrichtung zu versehen.

Um zu verhindern, dafs nach »Halt«-Stellung eines dieser Signale hinter einem Zuge das andere in »Fahrt«-Stellung gebracht und ein allenfalls schon davor stehender oder sich nähernder Zug in die vorliegende besetzte Blockstrecke einfährt, mufs zwischen beiden Signalen ein solches Abhängigkeitsverhältnis bestehen, dafs der durch die »Fahrt«-Stellung des einen Signales herbeigeführte Verschlufs des andern Signales in der »Halt«-Stellung so lange besteht, bis der an dem ersten Signale vorüberfahrende Zug das nächste Blocksignal erreicht hat und dieses hinter ihm geblockt ist.

Dasselbe wie für die Signale A und B gilt auch für mehrere solche Einmündungsignale der Bahnabzweigungen.

Diese Sperre wird zum Unterschiede von der frühern »halbe«, richtiger »einseitige« oder »teilweise« Hebelsperre genannt.

Während sich der in die Grundstellung zurückgeführte Stellhebel bei der ganzen Hebelsperre selbst verschliefst, bleibt er bei der halben frei.

Mit der Hebelsperre hängt die »Unterwegsperre« zusammen, die verhindern soll, dafs die Rückbewegung des umgelegten Signalhebels in die »Halt«-Stellung unterbrochen und die Umlegung wieder hergestellt, das Ausfahrsignal für Züge aus demselben Gleise also beliebig oft auf »Fahrt« und »Halt« gestellt wird.

Die mechanische Druckknopfsperre kann überall weggelassen werden, wo elektrische Druckknopfsperre besteht. Bei den Ausfahrsignalen kann sie ganz entbehrt werden.

Die Hebelsperre ist auf den deutschen Bahnen allgemein eingeführt, auf den österreichisch-ungarischen kommt sie nicht vor. Der Grund davon liegt in der Verschiedenheit der Einrichtung der Stationsstellwerke. Bei den Stellwerken der österreichisch-ungarischen Stationen ist der elektrische Fahrstrafsenverschlufs auch auf die Ausfahrstrafsen ausgedehnt, während die Fahrstrafsen auf den deutschen Bahnen blofs für Einfahrten elektrisch verschlossen, dagegen die für Ausfahrten nur unter Signalverschlufs gelegt werden. Um daher auf den deutschen Bahnen die »Halt«-Stellung und Blockung der Ausfahrsignale hinter den Zügen zu erzwingen, werden sie mit »Haltfall«-Einrichtungen und ihre Stellhebel mit der Hebel- und Unterwegsperre versehen.

Die Zahl der Bauarten der Hebel- und Unterwegsperre fällt mit der der Bauarten von Stellwerken auf den deutschen Bahnen zusammen.

Den gegenwärtigen Bauarten der Hebel-Unterwegsperre wird nachgesagt, dafs sie an der Seite der Stellhebelrollen angebracht, somit zwischen den Signalhebeln eingezwängt, bei vorkommenden Störungen schwer zugänglich ist. Aufserdem mufs sie zur Sicherung gegen unbefugten Einflufs durch angeschraubte Blechgehäuse verdeckt gehalten werden.

Die Bemühungen, eine allen Anforderungen entsprechende Hebel-Unterwegsperre herzustellen, die in dem Blockuntersatze untergebracht, leicht zugänglich wäre, sind noch nicht abgeschlossen.

Eine eingehende Abhandlung über diesen Gegenstand von Struck*) hat mich veranlafst, diesem Gegenstande mit der Frage näher zu treten, ob es möglich ist, die bestehenden und bewährten Einrichtungstücke der Stellwerke derart anzuordnen und miteinander zu verbinden, dafs dadurch der Zweck der Hebel- und Unterwegsperre, die Blockung des Anfangsblockes einer Streckensicherung zu erzwingen, erreicht werden kann.

Dafs die Hebel- und Unterwegsperre bei den Stellwerksanlagen in Österreich-Ungarn nicht erforderlich ist, geht daraus hervor, dafs nach Ausfahrt eines Zuges aus einem bestimmten Gleise alle bis zur »Fahrt«-Stellung des zugehörigen Ausfahrsignales zwangsweise vorgenommenen Verschlüsse am Stellwerke in der umgekehrten Reihenfolge gelöst werden müssen, sodafs am Stellwerke wieder der ursprüngliche Zustand eingetreten sein mufs, bevor das Ausfahrsignal für den auf einem andern Gleise stehenden Folgezug auf »Fahrt« gestellt werden kann.

Nur der Fall ist nicht ausgeschlossen, dafs unter der einmaligen »Fahrt«-Stellung eines Ausfahrsignales mehrere Züge aus einem und demselben Gleise die Station verlassen. Da aber bei diesen Stellwerksanlagen auch die Ausfahrsignale

*) Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1904, Nr. 62, 63 und 64, 1905, Nr. 59 und 60.



weil von der Station entblockt, unter der Überwachung des Verkehrsbeamten stehen, so ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Falles sehr gering. Um aber auch in diesem Falle die Blockung der Ausfahrsignale zu erzwingen, können sie mit elektrischen »Halt«-Fallvorrichtungen versehen, und in der später zu beschreibenden Weise geschaltet werden.

Besteht in einer Station nur ein Ausfahrsignal, dessen »Fahrt«-Stellung an die Weichenstellung nicht gebunden ist, so kann der Stellhebel der Hebel- und Unterwegsperre nicht entbehren.

Um jedoch die Blockung mehrerer Ausfahrsignale, deren »Fahrt«-Stellung von der Weichenstellung abhängt, auch ohne Hebel- und Unterwegsperre zu erzwingen, wird im Blockkasten des Stellwerkes neben dem Streckenanfangsblocke und der Gleichstromvorrichtung zur Auslösung der »Haltfall«-Vorrichtungen dieser Signale ein Fahrstrafsenblock angeordnet, welcher nicht vom Stationsblockwerke, sondern durch den Stellwerkswärter geblockt und entblockt wird. Seine Blockung, also der elektrische Verschlufs der betreffenden Ausfahrstrafse, erfolgt im Kurzschlusse des Magnetinduktors, und seine Entblockung, also die Aufhebung des Fahrstrafsenverschlusses mit der Blockung des Anfangsblockes der Ausfahrsignalgruppe, und zwar bei zweifelderiger Streckensicherung im örtlichen Stromkreise des Magnetinduktors, und bei vierfelderiger Streckensicherung unter gleichzeitiger Ankündigung des Abganges des Zuges bei dem vorliegenden Nachbarblockwärter, dem Vorblocken.

Der Zwang, dafs der Stellwerkswärter vor jedem ausfahrenden Zuge den Fahrstrafsenblock bedient, kann auf doppelte Art geschaffen werden, entweder dadurch, dafs der Stromkreis der Kuppelbatterie der »Haltfall«-Vorrichtung des betreffenden Ausfahrsignales durch den geblockten Fahrstrafsenblock geschlossen wird, oder indem die Stellhebelgruppe der Ausfahrsignale durch die ausgelöste Blockstange des entblockten Fahrstrafsenblockes in der Grundstellung, der »Halt«-Stellung der Ausfahrsignale, festgehalten wird.

Um zu verhindern, dafs der durch den ausfahrenden Zug ausgelöste Signalarm ohne weiteres für einen Folgezug auf »Fahrt« gestellt wird, wird der Kuppelstromkreis mit der Auslösung der »Haltfall«-Einrichtung durch die ausgelöste Gleichstromvorrichtung unterbrochen. Damit diese Gleichstromvorrichtung durch Niederdrücken des Druckknopfes nicht gleich wieder gehemmt, und der Stromkreis der Kuppelbatterie geschlossen werden kann, wird sie entweder unter den Einflufs des Fahrstrafsen-, oder des Anfangs-Blockes gestellt, das heifst mit dem einen oder mit dem andern gekuppelt, und beide werden mit einem gemeinschaftlichen Druckknopfe versehen. Im ersten Falle ist der gemeinschaftliche Druckknopf durch die Sperrklinke gegen wiederholtes Blocken des Fahrstrafsenblockes gesperrt; um ihn wieder drücken zu können, mufs der Streckenanfangsblock bedient, die Ausfahrsignalhebelgruppe unter Blockverschlufs gelegt, und dadurch der Fahrstrafsenblock entblockt werden; erst nachdem die Entblockung des Anfangsblocksatzes durch den Nachbarblockwärter nach Einfahrt des abgefertigten Zuges in die zweite Blockstrecke erfolgt ist, kann entweder dasselbe Signal für einen auf demselben Gleise stehenden, oder aber ein anderes Signal für einen aus einem andern Gleise auszulassenden Folgezug auf »Fahrt« gestellt werden.

Im zweiten Falle wird nach Rückführung des Signalstellhebels in die Grundstellung der gemeinschaftliche Druckknopf bedient, und dadurch die erwähnte Unterbrechung des Kuppelstromkreises gehoben.

Wird mit dem Niederdrücken des Druckknopfes gleichzeitig die Kurbel des Magnetinduktors gedreht, so werden die Ausfahrsignalhebel unter Blockverschlufs gelegt; dadurch wird die Unterbrechung des Kuppelstromkreises zwar gehoben, aber die Möglichkeit der »Fahrt«-Stellung desselben oder eines andern Ausfahrsignales von der Blockung des ersten in der Fahrrichtung stehenden Streckenblocksignales hinter dem Zuge abhängig gemacht.

Wenn aber der Stellwerkswärter den gemeinschaftlichen Druckknopf blofs niederdrückt und gleich wieder freigibt, so wird der Kuppelstromkreis geschlossen, und dasselbe Ausfahrsignal für einen Folgezug aus demselben Gleise kann auf »Fahrt« gestellt werden. Diese Möglichkeit wird beseitigt, wenn die Blockstange des Streckenanfangsblockes mit Selbstverschlufs versehen wird. In diesem Falle wird die Ausfahrsignal-Hebelgruppe unter den Verschlufs dieser Stange gelegt, und die Stellung desselben, oder eines andern Ausfahrsignales von der nachträglichen zwangsweisen Blockung des Streckenanfangsblockes und darauf folgenden Entblockung durch den vorliegenden Nachbarblockwärter abhängig gemacht.

Die Einschaltung der »Haltfall«-Vorrichtungen in den Stromkreis der gemeinschaftlichen Kuppelbatterie erfolgt mit der Umlegung des betreffenden Fahrstrafsenhebels. Zu diesem Zwecke wirken die Fahrstrafsenhebel auf Tasten, welche in den Stromkreis dieser Batterie zweckentsprechend eingeschaltet sind.

Liegt der Fahrstrafsenblockzwang in dem Schliefsen des Kuppelstromkreises durch Bedienung des Fahrstrafsenblockes, dann sind in den Kreis vier Stromschliefser eingeschaltet, von denen der eine in der »Haltfall«-Einrichtung, der zweite in der Auslöse-Vorrichtung, der dritte im Fahrstrafsenblocke und der vierte am Fahrstrafsenhebel angebracht ist. Liegt dagegen der Fahrstrafsenblockzwang in dem Verschlusse der Signalstellhebelgruppe durch die ausgelöste Blockstange des entblockten Fahrstrafsenblockes, welcher Verschlufs durch dessen Bedienung beseitigt wird, dann liegen nur drei Stromschliefser im Stromkreise der Kuppelbatterie.

In Abb. 1, Taf. XXI ist die innere Einrichtung des Stellwerkes für die vier Ausfahrsignale A, B, C und D und die Weichen 1, 2, 3, 4 und 5 in Siemens'scher Bauart in Linien veranschaulicht. Dabei ist der Gleichstromblock m mit dem Streckenanfangsblocke a gekuppelt und der Fahrstrafsenblockungszwang durch Schliefsung des Kuppelstromkreises bei Bedienung des Fahrstrafsenblockes v, und in gestrichelten Linien auch durch Verschlufs der Ausfahrsignalgruppe A, B, C, D mittels dessen ausgelöster Blockstange ausgeführt. Die Fahrstrafsenverschlufshebel h_1 und h_2, welche auch über den Weichenstellhebeln im Verriegelungskasten angebracht werden können, sind dreistellig, wirken auf die Stromschliefser φ (II, III) und φ (IV, V) und bewegen beim Umlegen den gemeinschaftlichen

Fahrstrafsenschieber P_4 aus der Ruhelage nach rechts und die Weichenschieber P_1 und P_2 nach rechts und links. Die Weichen- und Signal-Stellhebel sind in Abb. 1, Taf. XXI weggelassen, nur die bei deren Aus- und Einklinkung bewegten, und mit den Riegelachsen gelenkig verbundenen senkrechten Übertragungsstangen s_5, s_4, s_3, s_2 und s_D, s_C, s_B und s_A, sowie die fest auf die Riegelachsen 0_5, 0_4, 0_3, 0_2 und 0_D, 0_C, 0_B, 0_A gesteckten Verschlufsstücke sind angedeutet.

Die Handfallen der Signalhebel wirken auf den gemeinschaftlichen Schieber P_3, welcher dabei aus der Ruhelage nach rechts verschoben wird und auf die auf den Riegelachsen 0_D, 0_C, 0_B und 0_A sitzenden Verschlufsstücke α, welche um 90^0 nach aufwärts gedreht werden. Auf den Riegelachsen der Weichenstellhebel sitzen kreisförmige Verschlufsstücke, die gleichfalls beim Umlegen dieser Hebel um 90^0 gedreht werden.

In den gemeinschaftlichen Fahrstrafsenschieber P_4 greift die Blockstange t_1 des Fahrstrafsenblockes v mittels des hakenförmigen Verschlufsstückes e_1 und in den gemeinschaftlichen Signalschieber P_3 die Blockstange t des Streckenanfangsblockes a mittels des Verschlufsstückes e sperrend ein.

Wenn die Signalhebelgruppe durch die ausgelöste Blockstange t_1 des Blockes v unter Verschlufs gelegt ist, greift dessen Blockstange mittels des Verschlufsstückes e_2 und seine verlängerte Druckstange t' mittels e_3 in den gemeinschaftlichen Signalschieber P_3 sperrend ein.

Die Blockstange t_1 des Fahrstrafsenblockes v wirkt auf die Stromschliefser z_1 und z_2 des Gleichstromblockes m und auf die Stromschliefser u_1 und u_2. Über die Stromschliefser u_1 z_1 ist der Stromkreis der Kuppelbatterie B_1 und über u_2 z_2 der Stromkreis der Auslösebatterie B_2 geführt.

Die Stromschliefser φ (II, III) und φ (IV, V) haben den Zweck, die Batterie B_1 mit der Leitung l der betreffenden »Haltfall«-Vorrichtung zu verbinden, und die »Fahrt«-Stellung der Ausfahrsignale von der Verriegelung der Fahrstrafse, der Stromschliefser z_1 aber den Zweck, diese »Fahrt«-Stellung von der Blockung der Fahrstrafse abhängig zu machen.

Um die »Fahrt«-Stellung der Ausfahrsignale beim blofsen Niederdrücken des Druckknopfes T unmöglich zu machen, wird die Blockstange t des Blocksatzes v mit Selbstverschlufs versehen, welcher, wie bekannt, durch Niederdrücken und Freilassen des Druckknopfes T eintritt, wodurch die Fahrstrafse festgelegt wird. Um diesen Fahrstrafsenverschlufs aufzuheben, mufs der Blocksatz v geblockt werden, wodurch an seine Stelle der Blockverschlufs tritt. Statt des Selbstverschlusses der Blockstange kann mit dem Tasterpaare $z_3 - z_4$ ein Stromunterbrecher gekuppelt und über diesen der Stromkreis der Kuppelbatterie B_1 geführt werden, der sich beim Niederdrücken des Druckknopfes T öffnet.

Durch Öffnen des Stromschliefsers u_1 infolge Auslösung des Gleichstromblockes m durch den ausfahrenden Zug wird der Stromkreis der Kuppelbatterie B_1 unterbrochen, die betreffende, eingeschaltete »Haltfall«-Vorrichtung ausgelöst und das Ausfahrsignal auf »Halt« gestellt.

Der Stromschliefser u_2 hat den Zweck, die Auslösebatterie B_2 gleich nach erfolgter Auslösung des Gleichstromblockes m durch den ausfahrenden Zug zu unterbrechen und ihren Stromverbrauch zu verringern.

In der Ruhezeit sind die Blocksätze v und a entblockt, der Block m gehemmt, die Stromschliefser u_1, u_2 sind geschlossen und z_1, z_2, φ (II—III) und φ (IV—V) sind geöffnet, und die Druckknöpfe T und T_1 gesperrt.

Die Schaltung der Blocksätze v, m und a, der Batterien B_1 und B_2 und der »Haltfall«-Vorrichtungen an den Ausfahrsignalen ist aus Abb. 1, Taf. XXI ersichtlich, in der der Ruhezustand der Einrichtung dargestellt ist. Der Anfangsblock a ist der vierfelderigen Streckenblockeinrichtung angepafst. Es kann ohne weiteres kein Signal auf »Fahrt« gestellt und die Signalgruppe A, B, C, D nicht geblockt werden.

Die Handhabung und Wirkung der Einrichtung bei Ausfahrt eines Zuges beispielsweise aus dem Gleise IV ist folgende:

1. Umlegung der Stellhebel der Weichen 3 und 4 auf »—«, wobei die auf den Riegelachsen 0_3 und 0_5 sitzenden Verschlufsstücke um 90^0 nach aufwärts gedreht werden.
2. Umlegung des Fahrstrafsenverschlufshebels h_1 nach links, dadurch Verschiebung des Schiebers P_2 nach links, des Schiebers P_4 nach rechts und Schliefsen der Taste φ_{IV}. Durch die Verschiebung von P_2 dringen die rechts von den Riegelachsen auf P_2 sitzenden Stifte in die wagerechten Einschnitte der vier Verschlufsstücke, die Weichenstellhebel werden gesperrt, der Ansatz r verläfst das Verschlufsstück α_2 und der Stellhebel des Signals C wird frei. Durch die Verschiebung von P_4 wird die Blockstange t_1 des Blocksatzes v frei und durch das Schliefsen der Taste φ_{IV} die »Haltfall«-Vorrichtung des Signales C in den Stromkreis der Batterie B_1 eingeschaltet. Der Stellhebel dieses Signales kann zwar umgelegt, sein Arm jedoch noch nicht auf »Fahrt« gestellt werden.
3. Bedienung des Blocksatzes v. Dadurch werden die Tasten z_1 und z_2 geschlossen; durch z_1 wird die »Haltfall«-Vorrichtung des Signales C unter Strom der Batterie B_1 gesetzt, und durch z_2 der Stromkreis der Batterie B_2 geschlossen. Gleichzeitig wird der bewegte Schieber P_4, und dadurch auch der umgelegte Hebel h_1 und der Stromschliefser φ_{IV} in der Schlufslage festgelegt. Der Stromlauf beim Blocken von v ist klar.
4. Umlegung des Stellhebels des Signales C und dessen »Fahrt«-Stellung, wobei die Riegelachse 0_c nach rechts gedreht, P_3 nach rechts verschoben, also die Blockstange t von a durch Ansatz r_2 und die Handfallen der übrigen Signalhebel nochmals gesperrt, und der nach links bewegte Schieber P_2 durch das hinaufgedrehte Verschlufsstück α_2 festgelegt werden.

   Der Zug kann nun die Fahrt antreten.
5. Gelangt die Lokomotive auf die stromdicht gelaschte Schiene i, so bleibt alles noch unverändert; sobald aber das erste Rad der Lokomotive die Nachbarschiene erreicht, wird der Gleichstromblock m durch die leitende Verbindung beider Nachbarschienen ausgeschaltet, und wenn darauf auch der Schienenstromschliefser s betätigt wird, so wird nebst dem auch noch der Stromkreis:



$+ B_2, u_2, z_2, l_1$, i, Zug, s, $- B_2$
und durch diesen die Batterie B_2 kurz geschlossen.

Dieser Zustand dauert so lange, bis der letzte Wagen des Zuges die Schiene i verläfst, worauf die Batterie B_2, durch den Stromkreis:

$+ B_2, u_2, z_2, l_1$, i, l_2, m, l_3 s, $- B_2$
geschlossen, den Gleichstromblock m auslöst, dessen Stange hochgeht, der Druckknopf T_1 wird frei und die Tasten u_1 und u_2 werden geöffnet. Die Folge davon ist einerseits die Unterbrechung des Stromkreises der Batterie B_1, die Auslösung des Armes des Signales C und seine Bewegung in die »Halt«-Lage, und anderseits die Unterbrechung der Auslösebatterie B_2.

6. Zurücklegung des umgelegten Signalhebels, wobei dieser mit der Armstellung des Signales in Einklang gebracht wird. Dadurch wird der Schieber P_3 in die Grundstellung zurückgeführt, hierdurch die Blockstange t von a freigemacht und der Schieber P_2 bei r a_2 entriegelt. Da der Kuppelstromkreis in der Taste u_1 unterbrochen ist, kann das Signal C für einen Zug aus dem Gleis IV nicht auf »Fahrt« gestellt werden. Der Versuch, dieses Signal nach dem blofsen Niederdrücken des Druckknopfes T_1 zu stellen, würde auch nicht zum Ziele führen, die Taste u_1 würde dadurch zwar geschlossen, aber zugleich auch die Ausfahrsignalhebelgruppe durch die mit Selbstverschlufs versehene Blockstange t von a gesperrt.
7. Nun wird der Blocksatz a geblockt, dabei gleichzeitig der Gleichstromblock m gehemmt und der Blocksatz v entblockt, dadurch der Schieber P_3 mittels des Blockstange t von a, und durch diesen die Ausfahrsignalgruppe unter Blockverschlufs gelegt, die Tasten u_1 und u_2 werden wieder geschlossen und z_1 und z_2 geöffnet, ferner wird der Schieber P_4 und dadurch der umgelegte Fahrstrafsenhebel h_1 frei.

   Der Stromlauf bei Vornahme dieser Blockung ist nach Abb. 1, Taf. XXI klar.
8. Rückführung des Fahrstrafsenhebels h_1 in die Grundstellung. Dadurch wird der Stromschliefser φ_{IV} geöffnet, die Schieber P_2 und P_4 werden in die Grundstellung gebracht, die Blockstange t_1 von v wird durch r_1 wieder gesperrt, die Weichenstellhebel werden entriegelt und der Stellhebel des Signales C bei r und α_2 wieder festgelegt.
9. Wenn nun der Blocksatz a durch den Nachbarblockwärter nach Einfahrt des Zuges in die zweitnächste Blockstrecke entblockt wird, tritt das Verschlufsstück e aus dem Schieber P_3 heraus, am Stellwerke ist dann wieder der ursprüngliche Zustand hergestellt.

   Der ähnliche Vorgang wird bei Zugausfahrten aus den übrigen Gleisen befolgt.

Auffallend dürfte es erscheinen, dafs bei dieser Einrichtung der Stromkreis der Auslösebatterie B_1 nicht wie gewöhnlich über Signalhebeltasten, sondern blofs über die Taste z_2 des Fahrstrafsenblockes v geführt ist. Der Grund ist folgender: Führt der Stromkreis der Batterie B_2 über Signaltasten, dann ist der Fall nicht ausgeschlossen, dafs der Stellwerkswärter den umgelegten Signalhebel zurücklegt, bevor der Signalarm durch den Zug ausgelöst ist. Durch diese Handhabung wird der Stromkreis der Batterie B_2 in der betreffenden Hebeltaste unterbrochen, was zur Folge hat, dafs die Wirkung des Zuges auf den Gleichstromblock m ausbleibt, und da die Taste u_1 auch weiter geschlossen bleibt, kann das Signal ohne vorherige Blockung des Blocksatzes a wieder auf »Fahrt« gestellt werden. Dieser Fall ist jedoch ausgeschlossen, wenn der Stromkreis der Batterie B_2 dem Einflusse der Signalstellhebel entzogen wird; denn wenn der Stellwerkswärter auch den umgelegten Signalstellhebel bei der in Abb. 1, Taf. XXI angedeuteten Einrichtung in die Grundstellung zurückführt, bevor der Signalarm durch den Zug ausgelöst ist, so kann er das Signal, sobald die letzte Achse des Zuges die stromdichte Schiene i verlassen hat, und der Gleichstromblock ausgelöst ist, nicht mehr auf »Fahrt« stellen, sondern er ist dann gezwungen, den Blocksatz a zu blocken.

Wird diese Einrichtung mit jener verglichen, bei der die Hebel- und Unterwegsperre durchgeführt ist und die Ausfahrsignalhebel auf Tasten einwirken, so erscheinen diese Sperren durch den Blocksatz v mit den Tasten z_1, z_2, z_3 und z_4, durch die Taste u_1 und den Schieber P_4, also durch Einrichtungstücke ersetzt, deren sichere Wirkung aufser Frage steht. Diese Einrichtung erfüllt somit dieselben Bedingungen, wie die Hebel- und Unterwegsperre, der Verschlufs der übrigen Signalstellhebel tritt schon mit der Vornahme des elektrischen Verschlusses der betreffenden Fahrstrafse, also schon vor der »Fahrt«-Stellung des Signales ein und dauert auch, bis die Freigabe des Streckenanfangsblockes durch den Nachbarblockwärter erfolgt ist. Die Einrichtung ist einfach, übersichtlich und leicht zugänglich.

Auch die bei den Stellhebeln der einarmigen Signale vor Einmündung einer Zweig- in die Haupt-Bahn angebrachte, sogenannte halbe Hebel- und die Unterweg-Sperre können durch dieselben Einrichtungstücke ersetzt werden.

In Abb. 2, Taf. XXI ist die Einrichtung des Stell- und Block-Werkes an der Abzweigstelle Y für die Fahrrichtungen von S_2 und S_3 nach S_1 unter der Voraussetzung in Linien veranschaulicht, dafs die Streckensicherung zwischen S_1 und S_2 auf der Hauptbahn mit vierfelderigen Streckenblockwerken ausgerüstet ist, und sich dieselbe Streckensicherung von S_3 an die in Y anschliefst.

In diesem Falle enthält das Blockwerk in Y für die angeführten zwei Fahrrichtungen die Endblocksätze a, b und den gemeinschaftlichen Anfangblocksatz a/b, der mit der elektrischen Druckknopfsperre m versehen ist. Der Blocksatz a/b ist mit a und b gekuppelt und jedes Blocksatzpaar mit einem gemeinschaftlichen Druckknopfe T_1 und T_2 versehen.

Die Handfallen der Signalhebel A und B wirken auf den gemeinschaftlichen Schieber P_1, den sie aus der Ruhelage nach rechts verschieben. Auf den Riegelachsen dieser Hebel sitzen vor dem Fahrstrafsenschieber P die Verschlufsstücke n_1 und n_2 und auf den Riegelachsen der Weichenstellhebel die Verschlufsstücke 1 und 2. Die Blockstange t des Anfangsblockes a/b greift mittels e_3 in den Schieber P_1, die Blockstange t_1 des

Fahrstrafsenblockes v mittels e_1 in P_1 und mittels e_2 in P, und die Druckstange t' vorübergehend mittels e' in P_1 ein.

Der Fahrstrafsenblockzwang liegt in diesem Falle in dem Verschlusse beider Signalhebel A und B durch die ausgelöste Blockstange t_1 des Blocksatzes v.

Die Schaltung der vier Blocksätze, der Gleichstromeinrichtung m und der Auslösebatterie B_1 ist aus Abb. 2, Taf. XXI ersichtlich. In der Ruhezeit sind die Blocksätze a und b geblockt, a/b und v entblockt, alle drei Druckknöpfe sind gesperrt, die Signalstellhebel stehen sowohl unter dem Verschlusse der Stange t_1, als auch des Fahrstrafsenhebels h, der die lotrechte Stellung hat.

Soll das Signal B für einen etwa von S_3 kommenden, und durch Entblockung von b angekündigten Zug auf »Fahrt« gezogen werden, so stellt der Stellwerkswärter die Weiche 2 auf »—«, und indem er den Fahrstrafsenhebel h nach rechts umlegt, verschiebt er den Schieber P, entriegelt bei $n_2 r_2$ den Signalstellhebel B_1, macht bei e_2 r die Stange t_1 frei, und verriegelt durch den linken Stift bei 2 den Weichenstellhebel 2. Der Stellhebel A bleibt bei $n_1 r_1$ gesperrt. Darauf blockt er den Blocksatz v im Kurzschlusse, wobei e_1 aus P_1 heraustritt, e_2 in P eintritt und die Taste u geschlossen wird. Der Schieber P_1 wird frei und P mit dem umgelegten Hebel h festgelegt. Nun wird der Stellhebel B umgelegt, das Signal B auf »Fahrt« gestellt, dadurch P_1 nach rechts verschoben, die Stangen t und t' werden dadurch gehemmt und der Schieber P wird noch bei $n_2 r_2$ festgelegt. Der Wärter kann das Signal B beliebig auf »Fahrt« und »Halt« stellen, ohne dafs es sich sperrt.

Ist der erwartete Zug angelangt und hat dann die stromdichte Schiene i verlassen, so wird der Anker der Gleichstromsperre m angezogen und die Stange t, somit auch T_2 frei.

Wenn der Wärter das Signal B auf »Halt« stellt, bevor der angelangte Zug den Schienenstromschliefser i verlassen hat, so mufs er mit der Bedienung des Druckknopfes T_2, das heifst mit der Entblockung des hinterliegenden Nachbarblocksignales für den Folgezug, so lange warten, bis die elektrische Druckknopfsperre beseitigt ist.

Durch die Rückstellung des Signales B auf »Halt« wird der Schieber P bei $r_2 n_2$ wieder frei, P_1 geht in die Grundstellung, t wird wieder frei und die Ansätze r_1 und r' nehmen wieder ihre frühere Lage ein.

Nun wird der Druckknopf T_2 bedient, dadurch werden die Blocksätze a/b und b geblockt, v und das hinterliegende Nachbarblocksignal auf L_2 entblockt, und dem vorliegenden Blockwärter wird auf L_1 der Abgang des Zuges angekündigt; der Schieber P_1 wird sowohl durch die nach unten verschlossene Stange t, als auch durch die ausgelöste Stange t_1 verschlossen und hierdurch auch die beiden Signalhebel in der Grundstellung, die Taste u wird geöffnet und der Schieber P wird bei e_2 r und demnach auch der Hebel h frei; dieser wird mit P in die Grundstellung zurückgeführt, die Weiche 2 wird entriegelt und die Signalhebel A und B werden wieder verriegelt. Für einen von S_2 oder von S_3 nachfahrenden Zug kann Signal A oder B erst dann wieder auf »Fahrt« gestellt werden, wenn die Entblockung des Blocksatzes a/b durch den vorliegenden Nachbarblockwärter auf der Leitung L_1 erfolgt ist, worauf im Block- und Stell-Werke der ursprüngliche Zustand wieder eintritt. Der Stromlauf beim Blocken des Blocksatzes v und der Blocksatzpaare a, a/b und a/b, b ist aus Abb. 2, Taf. XXI deutlich zu ersehen.

Ähnliche Vorgänge spielen sich für einen von S_2 nach S_1 verkehrenden Zug im Stell- und Block-Werke ab.

Sind die beiden Bahnen mit zweifelderigen Streckenblockwerken ausgerüstet, dann fallen in Abb. 2, Taf. XXI die beiden Blocksätze a und b fort. In diesem Falle werden die Blocksätze a/b und v nach Abb. 3, Taf. XXI geschaltet.

Der Fahrstrafsenhebel h wirkt in diesem Falle auf zwei Tasten ein, an deren Schlufsstücke die von S_2 und S_3 kommenden Blockleitungen L_2 und L_3 angeschlossen sind. Steht das Signal A auf »Fahrt«, dann ist die Leitung L_2, und steht B auf »Fahrt«, dann ist L_3 bei Bedienung des Blocksatzes a/b an die beiden Blocksätze a/b und v angeschlossen, sodafs im ersten Falle das gegen S_2 und im zweiten das gegen S_3 liegende Nachbarblocksignal freigegeben wird.

Der Verfasser stellt an die geehrten Fachgenossen das Ersuchen, sich über den Wert der beschriebenen Einrichtung zu äufsern.

Kraft-Dienstwagen für die Bahnerhaltung.

Von **Maistre,** königlich bayerischem Ober-Bauinspektor a. D.

Im Jahre 1817 erbaute der Forstmeister Drais zu Mannheim einen zum Selbstfahren eingerichteten Wagen. Die heute noch in Verwendung stehenden Bahndraisinen sind nach denselben Grundsätzen gebaut, wie dieser Wagen. Wenn nun auch im Laufe der Jahre mehrfache Verbesserungen getroffen sind, so hat dieses Fuhrwerk doch noch viele Mängel. In der rauhen Jahreszeit wird die Gesundheit der Draisinentreiber sehr gefährdet, wenn es gilt, grofse Steigungen zu überwinden. Die Arbeiter müssen sich oft in Schweifs gebadet auf den folgenden Gefällstrecken auf dem Fahrzeuge sitzend starker Abkühlung aussetzen; Rheumatismen und heftige Erkrankungen der Atmungswege sind häufig die Folge. Aber auch die das Fahrzeug benutzenden Beamten sind bei längerer Dauer der Fahrt Erkältungen ausgesetzt. Der Ersatz der Draisine durch Kraftwagen dürfte daher ins Auge zu fassen sein.*) Insbesondere werden sie bei Dienstreisen zweckmäfsig sein, welche sich auf mehrere Bahnmeisterbezirke oder ganze Bahnlinien ausdehnen. Solche Dienstreisen müssen häufig von den technischen Überwachungsbeamten der höheren Eisenbahnbehörden ausgeführt werden.

Das Kraftfahrzeug hat allerdings gegenüber der Draisine den Nachteil, dafs es wegen seines immerhin bedeutenden Ge-

*) Organ 1906, S. 35



wichtes auf der freien Strecke nicht ausgehoben werden kann, sondern während der Zugpausen von einer Station zur andern fahren mufs. Dies wird jedoch selbst dann, wenn die Überwachungsbeamten auf der freien Strecke etwa zur Besichtigung von Bauwerken oder von Arbeiten am Gleise auf kurze Zeit den Wagen verlassen wollen, wohl möglich sein, insbesondere da, wo zwei Gleise zur Verfügung stehen. Auch auf eingleisigen Strecken mit geringerm Verkehre ist das Ausheben durchaus nicht nötig; stark befahrene eingleisige Strecken aber gibt es nicht viele, da sich bei solchen bald der zweigleisige Ausbau aufzwingt.

Die Befüchtung, dafs mit dem Kraftwagen zu schnell gefahren würde, und dafs dadurch Strafsenfuhrwerke auf Übergängen gefährdet und die Streckenbereisungen nicht mit der erforderlichen Gründlichkeit durchgeführt werden, wäre nur dann gerechtfertigt, wenn solche Fahrzeuge in die Hände unerfahrener Beamter kämen. Es dürfte sich empfehlen, die Leitung von Eisenbahn-Kraftdraisinen nur den Beamten der höheren Eisenbahnbehörden und den Staatsbahn-Ingenieuren zu gestatten; Beamte des mittleren Dienstes und sonstige Bedienstete sollten nur unter Aufsicht höherer Beamter fahren, die durch die Reife ihrer Erfahrung im Dienste die nötige Sicherheit bieten. Für die Dienstfahrten der Bahnmeister auf verhältnismäfsig kurzen Strecken wird die Draisine in ihrer jetzigen Form ihren Zweck erfüllen. Auch die Befürchtung, dafs die Kraftfahrzeuge etwa zu nicht dienstlichen Zwecken benutzt werden könnten, dürfte hinfällig sein, wenn die Leitung dieser Fahrzeuge nur höheren Beamten anvertraut wird.

Mehr Beachtung verdient der Einwand, dafs der Verkehr von Kraftwagen auf den Bahngleisen für den Zugverkehr und die Kraftwagen selbst gefährlich sei. Die Eisenbahn-Kraftfahrzeuge wären vom Betriebstandpunkte als »unangesagte Sonderzüge« zu behandeln. Das für solche Züge geltende Zugsignal, rotweifse Scheibe, mufs streng im Sinne der Signalordnung zur Anwendung gelangen. Der Verkehr von Kraftwagen auf den Landstrafsen ist jedenfalls für diese Fahrzeuge wie für den sonstigen Verkehr weit gefährlicher als das Verkehren von Eisenbahnkraftwagen unter der Leitung sachkundiger Beamter; denn auf den Landstrafsen wird mit sehr hohen Geschwindigkeiten gefahren, hier nur mit mäfsigen. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit könnte amtlich vorgeschrieben werden.

Die Anschaffungskosten sind nicht unbeträchtlich, aber es handelt sich hier nur um eine einmalige gröfsere Ausgabe, die übrigens im Eisenbahnhaushalte keine Rolle spielen würde. Die Betriebskosten würden durch die wesentliche Zeitersparnis und den Umstand, dafs zur Bedienung statt vier Mann an der Draisine nur ein Fahrer nötig ist, gegen den heutigen Zustand verringert werden. Besonders ist zu betonen, dafs die den Verkehr mit Strafsenkraftwagen so sehr verteuernden Luftreifen hier wegfallen.

Die Kraftwagen sind geschlossen mit grofsen Fenstern, namentlich nach vorn und hinten, zu bauen, damit die Übersicht über die Strecke freibleibt, sie müfsten um die Längenmitte beiderseits gleich sein, vorwärts wie rückwärts gleich schnell fahren können und aus drei kleinen Abteilen bestehen, von denen das mittlere die Triebmaschine und den Führerstand, jedes Endabteil etwa drei bis vier Plätze für die Beamten aufnimmt. Der aufrecht stehende Fahrer müfste über die Köpfe der sitzenden Beamten weg nach vorn und hinten freien Ausblick auf die Strecke haben.

Die Beschaffung müfste allmälig erfolgen, um die anfangs gemachten Erfahrungen für die ferneren Bestellungen nutzbar machen zu können.

Zum Schlusse erwähne ich noch die eingehende Beschreibung der Kraftdraisine »Duplex« der Gesellschaft für Bahnbedarf in Hamburg von Pflug.*)

Das beschriebene Fahrzeug wird für grofse Dienstreisen über ganze Bahnlinien, die bisher sehr viel Zeit in Anspruch nahmen, ohne Zweifel vorteilhafter sein, als die alten Draisinen, da die Reise mit der Kraftdraisine ebenso gründlich, aber rascher und billiger gemacht werden kann. Wie man aber nicht einmal den Reisenden IV. Klasse zumutet, in einem ungedeckten Wagen zu reisen, so sollte man dies billigerweise auch nicht von den Beamten verlangen. Die Kraftdraisine sollte, wie gesagt, ein geschlossener Aussichtswagen sein, wenn auch wegen des gröfsern Luftwiderstandes eine stärkere Triebmaschine eingebaut werden mufs und die Anschaffungskosten höher werden. Man braucht sich an den hohen Anschaffungskosten nicht zu stofsen, da es sich bei den meisten Bahnverwaltungen nur um die Beschaffung einer kleinen Anzahl handeln kann, denn für die zahlreichen kurzen Dienstreisen, wie sie die Bahnmeister auszuführen haben, wird auch in Zukunft die von Menschenkraft bewegte leichte Draisine vorzuziehen sein, die jederzeit rasch aus dem Gleise gehoben werden kann.

Herr Pflug gibt das Leergewicht der Kraftdraisine »Duplex« ohne Wasser und Benzin zu etwa 475 kg an. Es erscheint daher schwer verständlich, wenn später behauptet wird, dafs zwei Mann die Draisine nötigen Falles in zwei Minuten aus dem Gleise heben können, indem sie an den Laufkränzen der Räder anfassen und das Fahrzeug nach und nach durch Drehen auf die Seite bringen. Es wird nicht leicht sein, jederzeit zwei dazu hinreichend kräftige Leute zur Hand zu haben.

Die Gesellschaft für Bahnbedarf baut aber noch eine andere Kraftdraisine mit 2,5 P.S. für zwei Fahrende und den Fahrer mit 250 kg Gewicht und 30 km/St. Geschwindigkeit, die für Nebenbahnen bestimmt ist. Dieses Fahrzeug dürfte eher zweckmäfsig sein, obwohl es auch den Nachteil hat, dafs die Fahrenden allen Unbilden der Witterung ausgesetzt sind. Denselben Fehler weist auch die Kraftdraisine der Brennabor-Werke auf.

Es drängt sich schliefslich die Überzeugung auf, dafs es zweckmäfsig ist, für grofse Dienstreisen ein bequemes, rasch fahrendes, geschlossenes Kraftfahrzeug zu verwenden, das in seinem obern Teile aus Eisen und Glas bestehend, freie Aussicht nach allen Seiten gewähren mufs. Für kurze Dienstreisen wird die von Hand betriebene, leichte Draisine leider nicht entbehrt werden können.

*) Organ 1906, S. 35.



Berechnung und Absteckung langer Übergangsbogen.

Von **Sauermilch**, Regierungsbaumeister zu Cassel.

Die Vergröfserung der Schnellzuggeschwindigkeit hat in neuerer Zeit dazu geführt, dafs wieder die Frage erörtert wird: Wie läfst sich die Gleislage in den Krümmungen verbessern?

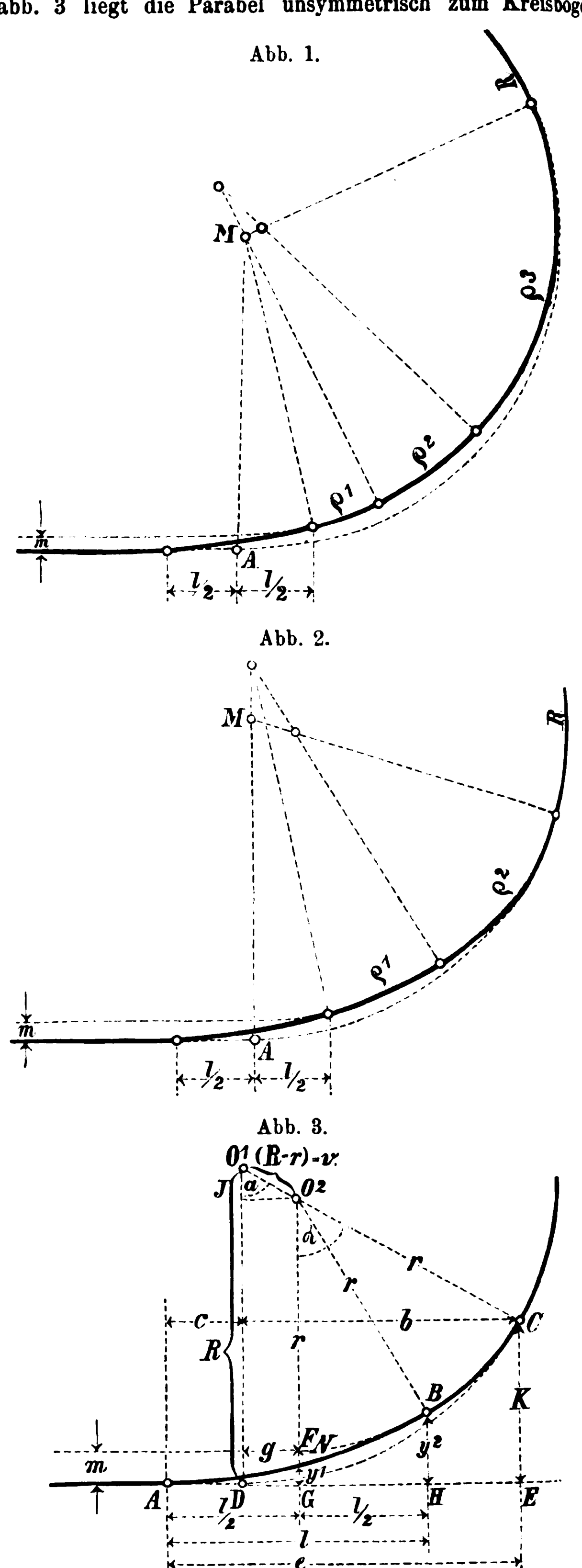
Aufser der Überhöhung wird den Übergängen von der Geraden in den Bogen und umgekehrt besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Legt man, wie es vielfach geschieht, die Überhöhungsrampe halb in die Gerade, halb in die Übergangsparabel, die Länge der letzteren ganz ausnutzend, so entspricht das der Theorie nicht, was auch durch die Erfahrung bestätigt wird. Das Fahrzeug mufs in der Geraden am tiefer liegenden Schienenstrange Führung finden, in dem Augenblicke, in welchem es den Bogenanfang erreicht, wird es durch die Fliehkraft an den äufsern Strang geschleudert, wodurch einer jener heftigen Seitenstöfse entsteht, die jedem Eisenbahnreisenden bekannt sind.

Zur Vermeidung dieser unangenehmen Stöfse am Bogenanfange wird empfohlen, Rampe und Parabel vollständig zusammenzulegen, sodafs sich Flieh- und Schwerkraft schon am gemeinsamen Anfangspunkte einigermafsen das Gleichgewicht halten, und das Fahrzeug sofort am äufsern Schienenstrange geführt wird. Zugleich werden flachere Rampen von 1 : 600 bis 1 : 1000 an Stelle der bisher üblichen steileren vorgeschlagen. Das führt zu aufserordentlich langen Übergangsparabeln, für die es meines Wissens noch keine Wertlisten gibt. Sie müssen besonders berechnet werden. Da jetzt von mehreren Eisenbahndirektionen Versuche mit längeren Übergangsbogen angestellt werden, so glaube ich, dafs es denjenigen, die Übergangsparabeln berechnen müssen, nicht unerwünscht ist, wenn ich mitteile, wie ich solche Berechnungen gemacht habe.

Kann der Bogen oder die Gerade um das bekannte Mafs $m = \frac{l^2}{24\,r}$ seitlich verschoben werden, so macht die Berechnung der Parabel nach der Gleichung $y = \frac{x^3}{6\,r\,.\,l}$ keine Schwierigkeit. Da aber das Mafs m bei langen Parabeln und kleinen Halbmessern sehr grofs wird, und die Verschiebung eines langen Gleisstückes nicht empfehlenswert ist, so mufs in den meisten Fällen anders vorgegangen werden. Wie grofs das Mafs m werden kann, geht aus folgendem Beispiele hervor. Ist der Halbmesser $r = 300$ m und die Länge der Parabel $l = 60$ m, so wird $m = \frac{3600}{24\,.\,300} = 0{,}5$ m. Eine Verschiebung einer längern Strecke um 0,5 m wird sich bei bestehenden Gleisen wohl nur selten ausführen lassen.

Es gibt nun verschiedene Wege, Parabeln anzuordnen, ohne die ganze Gerade oder den ganzen Bogen zu verschieben. Wird die Parabel symmetrisch zum Kreisbogenanfange gelegt und für einen Endhalbmesser berechnet, der gleich dem Halbmesser R des anzuschliefsenden Kreisbogens oder kleiner ist, so entsteht ein Übergang nach der Textabb. 1. Der Halbmesser des Bogens wechselt vom Ende der Parabel an noch dreimal. Wird die Parabel für einen Endhalbmesser gröfser als R berechnet, so entsteht Textabb. 2.

Hier wechselt der Halbmesser nur noch zweimal. In Textabb. 3 liegt die Parabel unsymmetrisch zum Kreisbogenanfange.



Sie ist näher an den Kreisbogen herangerückt, und zwischen Parabel und Kreisbogen liegt nur ein etwas schärfer gekrümmter Bogen.

Aufser dem häufigen Wechsel der Halbmesser spricht gegen die Anordnungen nach den Textabbildungen 1 und 2 die starke Seitenverschiebung am Ende der Parabel, die folgendes Beispiel zeigt. Die Höhen in 30^m Entfernung vom ursprünglichen Kreisbogenanfange A in Textabb. 1 und 2 und D in Textabb. 3, bei einem Halbmesser von 600^m und einer Parabellänge von 60^m sind:

für den ursprünglichen Kreisbogen . . . . . 750^{mm},

für die Anordnung nach Textabb. 1 . $\frac{60^2}{6.600} = 1000$ «

« « « « « 2 . $\frac{60^2}{6.660} = 909$ «

« « « « « 3 $\frac{54{,}23^3}{6.60.540} = 820$ «

Die Seitenverschiebungen betragen also für die

Anordnung nach Textabb. 1 . . $1000-750 = 250^{mm}$,

« « « 2 . . $909-750 = 159$ «

« « « 3 . . $820-750 = 70$ «

Die Seitenverschiebung für die Anordnung nach Textabb. 3 ist an anderen Stellen erheblich stärker als 70^{mm}, erreicht jedoch nirgends die Gröfse der Verschiebungen der anderen Anordnungen.

Wenn berücksichtigt wird, dafs alle drei Arten mit demselben Kreishalbmesser R gezeichnet sind, und dafs in Textabb. 3 die Mafse l und m bedeutend gröfser sind, als in den beiden anderen, so erkennt man trotz des verzerrten Mafsstabes, dafs die dritte Anordnung auch aus dem Grunde entschieden den Vorzug verdient, weil hier das kleinste Bogenstück zu verändern ist. Diese Anordnung der Übergangsparabel wird in den Bogenlisten von Sarrazin und Oberbeck empfohlen und kommt für lange Parabeln wohl allein in Frage.

Die folgende Berechnung schliefst sich vollständig an das *erwähnte* allgemein bekannte Werk an; Textabb. 3 ist mit *allen* Bezeichnungen daraus entnommen. Nur wird für den Wert P, der in dem Buche für einzelne Bogengruppen unveränderlich angenommen ist, hier der Wert $P = r.l$ gesetzt, der sich mit dem Halbmesser r und der von der Überhöhung abhängigen Parabellänge l ändert, also für jeden Kreisbogen ein anderer ist.

Wegen der bessern Übersicht wird

Gl. 1) . . . . . $(R - r) = v$

gesetzt. Im Dreiecke $O_1 J O_2$ ist:

$$\sin\alpha = \frac{g}{v},$$

Gl. 2) . . . $\cos\alpha = \frac{v - m}{v}$

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 = \frac{g^2 + v^2 - 2\,m.v + m^2}{v^2}$$

$$g = \sqrt{2m.v - m^2}.$$

Unter Berücksichtigung von Gl. 1) und der Gleichung

Gl. 3) . . . . $m = \frac{l^2}{24\,r}$

wird

Gl. 4) $g = \sqrt{\frac{2\,l^2}{24\,r}(R - r) - \frac{l^4}{24^2 r^2}} = \frac{l}{24\,r}\sqrt{48\,r\,(R - r) - l^2}$

$$= \frac{l}{108\,R}\sqrt{108\,R^2 - 25\,.\,l^2}.$$

Ferner ist $\sin\alpha = \frac{b}{R} = \frac{g}{R - r}$

Gl. 5) . . . . . $b = g\,\frac{R}{(R - r)}.$

In den nachfolgenden Rechnungen wird:

Gl. 6) . . . . $r = \frac{9\,R}{10}$

gesetzt. Gl. 5) geht dann über in

Gl. 7) . . . . $b = 10\,g.$

Die Entfernung des Parabel-Anfanges vom Kreisbogen-Anfange ist:

Gl. 8) . . . . $c = \frac{l}{2} - g.$

Die Länge des ganzen zu verschwenkenden Gleisstückes ist:

Gl. 9) . . . . $e = c + b.$

Die entsprechende Höhe ist $k = R\,(1 - \cos\alpha)$.

Wird in diesen Ausdruck der Wert für $\cos\alpha$ aus Gl. 2) eingesetzt, so wird $k = R\left(1 - \frac{v - m}{v}\right) = \frac{R\,m}{v}$ und mit Berücksichtigung der Gl. 1) und 3)

Gl. 10) . . . . $k = \frac{R\,.\,l^2}{(R - r)\,.\,24\,r}.$

Wird Gl. 6) berücksichtigt, so geht Gl. 10) über in

Gl. 11) . . . $k = \frac{10\,l^2}{24\,r} = \frac{5\,.\,l^2}{12\,r} = \frac{25\,l^2}{54\,R}.$

Nach vorstehenden Gleichungen und nach der Gleichung der kubischen Parabel

Gl. 12) . . . . . . $y = \frac{x^3}{6\,l\,.\,r}$

kann jede Parabel nach der Anordnung der Textabb. 3 genau berechnet werden.

Der Zwischenkreis vom Halbmesser r wird am besten von der Sehne B C aus abgesteckt, weil die Berechnung der Höhen, bezogen auf die Linie A E, etwas umständlich ist.

Nach meiner Erfahrung genügt aber auch schon folgende vereinfachte Berechnung. Wenn in Gl. 4) der Wert $- l^2$ unter dem Wurzelzeichen vernachlässigt wird, dann geht die Gleichung über in

Gl. 13) . . . . $g = l\sqrt{\frac{R - r}{12\,r}}.$

Wird wieder für r der Wert nach Gl. 6) eingesetzt, so ergibt sich

Gl. 14) . . . . $g = \frac{l}{\sqrt{108}},$

mithin nach den Gl. 8), 9) und 7)

Gl. 15) . . . $c = \frac{l}{2} - \frac{l}{\sqrt{108}} = 0{,}404\,.\,l$

$$e = c + b = 0{,}404\,.\,l + \frac{10\,.\,l}{\sqrt{108}} = 1{,}366\,.\,l.$$

Ein besserer Mittelwert für e ist

Gl. 16) . . . . . . $e = 1{,}364\,.\,l.$

In den Spalten 3 und 5 der nachstehenden Zusammenstellung sind für einige Kreisbogen die nach Gl. 15) und 16) berechneten Werte enthalten, während in den Spalten 4 und 6 die nach den mathematisch einwandfreien Gl. 4) bis 9) berechneten Werte aufgeführt sind.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Halbmesser	Parabellänge	c nach den Gleichungen		e nach den Gleichungen		Parabelordinaten		Endord.
R	l	15	8 u. 4	16	9, 5 u. 4	y_1	y_2	k
300*)	60	24,24	24,25	81,84	81,72	0,278	2,222	5,555
600	60	24,24	24,23	81,84	81,90	0,139	1,111	2,778
800	50	20,20	20,19	68,20	68,28	0,072	0,579	1,447
1000	40	16,16	16,15	54,56	54,63	0,037	0,296	0,741
2000	20	8,08	8,08	27,28	27,32	0,005	0,037	0,093

Die Unterschiede der Werte c sind unerheblich und die etwas gröfseren Fehler für e haben keine Bedeutung, wenn nur der Kreisbogen im Punkte C richtig liegt, was mit Hülfe einer Kreisbogenliste vor der Ausführung der Gleisverschwenkung nachzuprüfen ist. Gegebenen Falles ist zunächst der anzuschliefsende Kreisbogen zu berichtigen.

Aufser dem Anfange und dem Ende der Gleisverschwenkung braucht nur noch die End- und Mittelhöhe der Parabel berechnet zu werden. Die Endhöhe der ganzen Gleisverschwenkung ist nach Gl. 11): $k = \frac{10\,l^2}{24\,r} = \frac{25\,l^2}{54\,R}$.

Es empfiehlt sich, diese Höhe zuerst zu berechnen, weil die beiden anderen Bruchteile von ihr sind. Es ist:

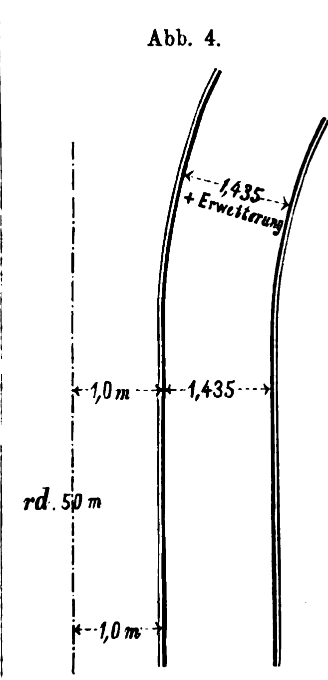
Gl. 17) $y_2 = \frac{l^3}{6\,r\,.\,l} = \frac{l^2}{6\,r} = \frac{10\,l^2\,.\,4}{24\,.\,r\,.\,10} = \frac{4\,.\,k}{10} = 0{,}4\,k,$

Gl. 18) $y_1 = \frac{\left(\frac{l}{2}\right)^3}{6\,r\,.\,l} = \frac{l^2}{48\,r} = \frac{10\,l^2\,.\,1}{24\,.\,r\,.\,20} = \frac{k}{20} = 0{,}05\,k.$

Wenn diese vier Punkte festgelegt werden, so kann das Einrichten des Übergangsbogens dazwischen nach dem Auge erfolgen. In der Zusammenstellung sind in den Spalten 7 bis 9 die Werte für y_1, y_2 und k angegeben.

*) Die Einschränkung des Halbmessers von 300 m auf 270 m ist nur mit Zustimmung des Reichseisenbahnamtes zulässig.

Abb. 4.



Parabeln von mehr als 60 m Länge sind zur Vermeidung ausgedehnter Gleisverschwenkungen von mir nicht hergestellt worden. Mufste die Rampe länger werden als 60 m, so wurde der Rest der Steigung über das Parabelende hinaus in den Kreisbogen verlegt, was nicht zu Mifsständen geführt hat. Übrigens ist eine Neigung der Rampe von 1 : 600 ausreichend flach.

Zur Absteckung der Übergangsbogen wird zweckmäfsig eine Richtungslinie nach Textabb. 4 durch Absetzen von 1 m von derjenigen Schieneninnenkante des geraden Gleises hergestellt, die im Bogen Führungskante ist.

Zunächst ist die Lage des Kreisbogenanfanges D (Textabb. 3) nachzuprüfen. Dann wird mit Hülfe des Wertes c der neue Bogen- und Rampen-Anfang A abgesteckt. Von hier aus werden durch Abtragen der Längen $\frac{l}{2}$, l und e und der Höhen y_1, y_2 und k die Punkte N, B und C bestimmt und in 1 m Abstand von der zukünftigen Führungskante durch Pfähle mit Nägeln bezeichnet. Das Abstecken weiterer Zwischenpunkte dürfte für Parabeln von höchstens 60 m Länge und für das Verhältnis $r = \frac{9\,R}{10}$ nicht nötig sein. Die angegebene Art der Absteckung von einer Richtungslinie auf der Aufsenseite des Bogens empfiehlt sich aus zwei Gründen: Erstens werden die Pfähle beim Rücken des Gleises nicht so leicht verschoben und zweitens wird die Spurerweiterung durch Verschieben des innern Schienenstranges nach der Innenseite des Bogens verlegt, was bei der Absteckung von der verlängerten Mittellinie des graden Gleises nicht sicher erreicht wird.

Urbanitzky's Stuhl für breitfüfsige und Doppelkopfschienen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 9 auf Tafel XXI.

Sowohl der Pariser internationale Eisenbahnkongrefs vom Jahre 1900 als auch der kurz vorher tagende Unterausschufs des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen haben in ihren Beschlüssen über die Frage des »Schienenstofses« den Eisenbahnverwaltungen zunächst die Fortsetzung der Versuche mit dem festen Stofse auf Holzschwellen empfohlen und die Erprobung aller jener Anordnungen angeregt, die auf eine Vereinigung der Vorzüge des ruhenden mit denen des schwebenden Stofses hinzielen.

Urbanitzky sucht diesem Hinweise mit der in Abb. 4 bis 9, Taf. XXI dargestellten Oberbau-Anordnung nachzukommen.

»Der schwebende Stofs nimmt die Stofskräfte der Fahrzeuge elastisch auf.«

Das Trägheitsmoment der Laschen mufs aber bei der üblichen Schwellenentfernung von 500 mm sehr grofs gemacht werden, um ein stetiges Gestänge zu erzielen, der Laschenstofs bleibt daher fast schwächer, als die Schiene aufserhalb des Stofses.

Wie die Erfahrung lehrt, nutzen sich die Laschen an den langen Anlageflächen ungleich ab, wodurch ihr Verband nach kurzer Betriebszeit unwiederbringlich gelockert wird. Die Folge davon ist freies Spiel der Schienenenden und die sogenannte »Stufenbildung« der Anlaufschienenkante.

»Im alten ruhenden Stofse werden die Schienenenden auf Druck und daher auf Stauchung beansprucht; da hier die elastische Aufnahme der einwirkenden Stofskräfte fehlt, so tritt eine für die Schienenenden und die Schwelle schädliche Hammerwirkung der Räder ein.«

Die Stofsstühle von Urbanitzky sollen diese Vorzüge beider Stofsarten vereinigen.

Die nur am Kopfe unterstützten, frei hängenden Schienenenden sind beiderseits verstrebt durch auf Biegung beanspruchte, schräg gegen den Schienenkopf gerichtete Seitenstreben des Stuhles und sind auf ihre gemeinsame Unterlage durch Schwellenschrauben niedergeprefst, welche die Schienenfüfse fassen.

Die Schienenenden ruhen also elastisch auf einer grade genügend grofsen, und darum gleichmäfsiger Abnutzung unterliegenden Unterlage und werden durch Befestigungsmittel niedergehalten, welche in die elastische Masse der Holzschwellen eingeschraubt sind. Das Spiel der Schienenenden ist verschwindend und vollzieht sich innerhalb der Grenzen der elastischen Bewegungen der Seitenstreben ohne Stufenbildung und ohne Hammerwirkung der Räder.

Die ganze Stofsverbindung besteht nur aus einem einzigen Stücke, ist also einfach. Reibung der Eisenteile aneinander ist vermieden.

Auch nach längerm Betriebe sind weder Abnutzungen der Schienenenden, noch Lockerungen der Befestigungsmittel zu finden. Durch die starke Verstrebung der Schienen sind Spurveränderungen verhütet.

Obwohl bei festem Stofse Schienen-Wanderungen in erheblich geringerm Mafse auftreten als bei schwebendem, ist es doch empfehlenswert, von der Stofsverbindung gänzlich unabhängige Sicherungsvorrichtungen gegen das Wandern anzubringen, und auch die Schwellen selbst gegen das Wandern zu sichern. Die Stofsschwelle wird daher mit den beiden nächsten Schwellen durch Flach- oder Winkeleisen gekuppelt. Stemmwinkel, die sich an der inneren Seite gegen diese nächsten Schwellen, beziehungsweise gegen deren Stühle lehnen, bewirken gleichzeitig das Kuppeln der im Stofse zusammentreffenden Schienen, sodafs mit derselben Vorrichtung das Wandern der Schwellen und der Schienen aufgehoben und der Schienenstrang gekuppelt wird.

Die Erfahrung hat gezeigt, dafs sich die am Kopfe im Schienenstuhle von Urbanitzky aufgehängten Schienen auch im schärfsten Verkehre schwebend erhalten, und dafs der Zwischenraum unterhalb der Schienenfüfse unverändert bleibt. Dieser Umstand ermöglicht die Anwendung der Doppelkopfschiene.

Ursprünglich beim englischen Stuhloberbaue geplant, war die Anwendung einer solchen umwendbaren Schiene bisher unmöglich, weil alle bisherigen Schienenstühle zum Einlegen der Schiene von oben her eingerichtet waren und deswegen keine so vollständige Unterstützung für den obern Schienenkopf bieten konnten, als der aus einem Stücke bestehende, schuhartig auf die Schiene geschobene Stuhl von Urbanitzky. Der untere Schienenkopf mufste daher im Stuhle ebenfalls unterstützt werden und wurde durch die einwirkenden Stofskräfte derart abgenutzt, dafs die umgedrehte Schiene eine unbrauchbare Bahn darbot. Dieser Übelstand ist durch die neuen Stühle gehoben, da die Schienen mit dem obern Kopfe aufgehängt sind, sodafs der untere nirgends aufruht.

Die Doppelkopfschiene hat wegen vollständiger Symmetrie einen günstigen Querschnitt und ist nach Abfahren des einen Kopfes umzudrehen, wodurch die Lebensdauer verlängert wird.

Im Gegensatze zu dem englischen Stuhloberbaue mit gufseisernen Stühlen, welcher sich hart befährt, zeigt der Stuhloberbau von Urbanitzky für breitfüfsige und Stuhl-Schienen die zur Schonung der Fahrzeuge nötige Elastizität. Die Schienenstöfse sind ebenso stark wie die übrige Fahrbahn, das Aufstofsen der darüberrollenden Räder ist nicht zu spüren.

Der Oberbau von Urbanitzky enthält nur Kleineisenzeug aus Gufsstahl, sodafs das Rosten in langen Tunneln vermieden wird, und zwar tritt der eine Stuhl an die Stelle von 16 Eisenteilen des üblichen Laschenstofses.

Der Erfinder nimmt an, dafs sein fester und doch elastischer Oberbau auch den Anforderungen von Schnellbahnen gewachsen ist, auf denen die bisherigen Oberbauten bislang keine befriedigenden Ergebnisse lieferten.

Der Oberbau liegt seit Juni 1904 in der Bremsstrecke vor Bahnhof Linz der österreichischen Staatsbahnen und wird täglich von mehr als zwanzig Zügen, darunter dem Orient-Exprefs, befahren. Seine Bewährung war bisher durchaus befriedigend.

Dampftriebwagen von 40 P.S. mit Dampferzeuger von Stoltz.

Ausgeführt von der ungarischen »Waggon- und Maschinenfabrik A.-G. in Györ (Raab).«

Mitgeteilt von **Eder**, Oberinspektor zu Budapest.

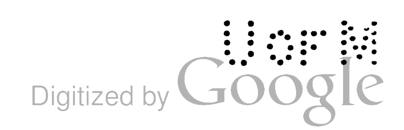
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XXII.

Der zweiachsige Wagen für Vollspur soll zur Beförderung von Reisenden auf Nebenbahnen dienen und zu diesem Zwecke entweder allein, oder mit einem bis zwei Anhängern, welche teils Reisende, teils Güter aufnehmen, den Dienst versehen. (Abb. 1 und 2, Taf. XXII.)

Der Triebwagen ist eingeteilt in:

1. den Heizraum mit Führerstand an dem einen Ende des Wagens, welcher aufser dem Dampferzeuger einen Kohlenbehälter für eine Fahrt von 70 km und einen Wasserbehälter für 0,5 cbm enthält,
2. ein Abteil für 9 Reisende II. Klasse,
3. ein Abteil für 24 Reisende III. Klasse,
4. am andern Ende einen Gepäckraum und einen zweiten Führerstand, so dafs der Wagen von beiden Seiten geführt werden kann,
5. eine Mittelbühne zwischen den Abteilen II. und III. Klasse, welche den Aufstieg für beide Klassen bildet und Stehplätze für 6 Reisende bietet.

Unter dem Wagenkasten sind die 40 P.S. leistende Verbund-Triebmaschine und vier Wasserbehälter mit zusammen



0,5 cbm Inhalt angebracht, der Wagen nimmt also 1 cbm Wasser auf.

An Bremsen sind vorhanden: eine Rücker'sche Luftbremse und eine Handbremse, welche beide von den Führerständen aus in Tätigkeit gesetzt werden können.

Die Beleuchtung des Wagens geschieht durch Azetylenlampen.

Die Heizung des Wagens wird durch den Auspuffdampf bewerkstelligt.

Die beiden Achsen sind freie Lenkachsen.

Hauptmafse und Gewichte.

Untergestell, Länge zwischen den Buffern		11,230 m
« « des Rahmens		10,000 «
« Achsstand		5,500 «
« Spur		1,435 «
« Raddurchmesser		0,750 «
Wagenkasten, äufsere Länge		10,000 «
« Breite		2,550 «
« Höhe mitten		2,345 «
Höhe des Wagens über S.O.		3,440 «
Zahl der Plätze	II. Klasse 6 Sitzplätze III. « 24 « auf der Mittelbühne 6 Stehplätze.	
Gewicht leer		13,57 t
Triebachslast		8,19 «
Laufachslast		5,38 «
Dienstgewicht		14,33 «
Wasser		1,0 t
Kohlen		0,11 t
Dampfmaschine	Zylinderdurchmesser, Hochdruck d	86 mm
	Zylinderdurchmesser, Niederdruck d_1	146 «
	Hub	200 «
Dampferzeuger, Stoltz	Heizfläche H	13,5 qm
	Rostfläche R	0,4 «
	Wasserinhalt in den Rohrplatten	30 l
	Höchste Spannung	50 at

Die Dampfmaschine (Abb. 3 bis 5, Taf. XXII).

Die Dampfmaschine hat wagerechte Verbund-Anordnung und leistet bei 40 at mittlerer Einströmspannung und mittlerer Füllung bei 600 Umdrehungen in der Minute 40 P.S.

Sie ist mit einer Ventilsteuerung versehen und so gebaut, dafs die Füllung des Hochdruckzylinders durch Verschiebung der Ventil-Nebenwelle zwischen 12 % und 90 % eingestellt werden kann. Auch ist zum Anfahren unter besonders ungünstigen Umständen eine Dampfleitung nach dem Verbinder vorgesehen, um den Niederdruckzylinder mit Frischdampf betreiben zu können.

Der Antrieb des Wagens durch die Maschine geschieht mittels Zahnradübersetzung von 1 : 1,6 auf die Triebachse, so dafs der Wagen bei 600 Umdrehungen der Maschine eine Geschwindigkeit von 53 km/St erhält.

Die Maschine ist an dem Untergestelle des Wagens drehbar und schwingend aufgehängt und auf der Triebachse gelagert, wodurch die selbsttätige Einstellung der Wagenachse in den Gleisbogen nicht nur nicht behindert, sondern sogar gefördert wird, da die Maschine durch die Fliehkraft nach aufsen geschleudert wird, und der bei der seitlichen Lage des Schwerpunktes eine Drehung im Sinne der Bogenstellung erteilt.

Der Dampferzeuger von Stoltz (Abb. 6 und 7, Taf. XXII).

Der Dampferzeuger besteht aus 14 Rohrplatten a, welche senkrecht aufgehängt sind und den über ihnen angeordneten Überhitzerschlangen b, welche den Dampf bis auf 450° C. überhitzen. Aufserhalb der vom Feuer umspülten Teile des Dampferzeugers befinden sich die beiden Dampfsammler c und d, der Wassersammler e, der Dampfentnahmestützen f und ein handlich angeordneter Stützen g, welcher die für die Dampfanlage nötigen Ventile, Sicherheits-Absperrventile, trägt.

Auch trägt der Dampferzeuger zwei Wasserstandszeiger h mit gläserner Schutzhülle, die das Wasserstandsglas vor zu kalter Luft schützt und beim Springen die Splitter aufhält.

Die Wirkungsweise des Kessels ist folgende:

Die Speisepumpe drückt das Wasser in den Wassersammler und von hier in die Rohrplatten, wo es zu Dampf wird. Von den Rohrplatten tritt der Dampf in den ersten Dampfsammler, von wo er nach Durchströmen eines Teiles der Überhitzerrohre in einen zweiten Dampfsammler gelangt. Dieser steht durch den andern Teil der Überhitzerrohre mit dem Dampfentnahmestützen in Verbindung, in welchem sich der hochgradig überhitzte Dampf sammelt, um von da durch ein Absperrventil in die Maschine zu gelangen. Für die Zugerzeugung ist ein Bläser vorgesehen, und für weitere Steigerung ein besonderer Sauger.

Die Schmierung besorgt eine Ölpumpe. Weder der hohe Dampfdruck noch die hohe Wärme bereitet der Schmierung Schwierigkeiten.

Der Wagen lief bei den Probefahrten vollkommen ruhig, selbst bei der gröfsten erreichten Geschwindigkeit haben sich keine störenden Schwankungen oder unangenehmen Bewegungen gezeigt.

Die Ergebnisse bezüglich des Verbrauches befriedigen ganz und eröffnen ganz neue Ausblicke auf eine wissenschaftlich gute Lösung der bisher ungelösten Frage billigerer Beförderung der Reisenden.

Der Stoltz'sche Dampferzeuger gibt eine neue Richtung im Bau der Triebwagen, da er hohe Dampfspannung mit rascher Dampfentwickelung vereinigt, somit allen Anforderungen eines guten Triebwagens genügt, wie auch aus den nachstehend angeführten Ergebnissen der Probefahrten ersichtlich ist.

1. Probefahrt am 23. März 1904, Györ-Varsány:

Holzkohlenverbrauch	1,8 kg/km
Wasserverbrauch	9,2 l/km

Die verwendete Holzkohle war minderwertig. Während der Fahrt herrschte starker Gegenwind. Die gröfste erreichte Geschwindigkeit war 53 km/St.

2. Probefahrt am 8. April 1904.

Dem Triebwagen wurde ein Personenwagen III. Klasse und ein gedeckter Lastwagen angehängt. Das Gewicht betrug im ganzen 3,1 t. Die zwischen den Stationen Panonhalma und Varsány liegenden Steigungen von 10 ‰ wurden bei Bogenhalbmessern von 200 m mit einer Geschwindigkeit von 18 bis 20 km/St.

Holzkohlenverbrauch . . 2 kg/km
Wasserverbrauch . . . 10,5 l/km

3. Probefahrt am 13. April 1904.

Bei dieser Probe wurden zwei Wagen von 15 t angehängt. Das Zuggewicht betrug 44 t. Bei 10 ‰ Steigung wurde eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/St. erreicht. In der geraden, wagerechten Strecke wurde durchschnittlich mit 50 km/St. gefahren.

Holzkohlenverbrauch . . 2,2 kg/km
Wasserverbrauch . . . 10 l/km

4. Nach wiederholten Probefahrten, welche fast ganz gleiche Ergebnisse lieferten, wurde am 30. April im Beisein der Vertreter der ungarischen Regierung eine Probefahrt von Györ nach Budapest unternommen.

Die Strecke ist 141,7 km lang, die steilste Steigung beträgt bei 13 km Länge 6,7 ‰. Die Fahrzeit betrug nach Abrechnung der vorgeschriebenen Aufenthalte 3 Stunden 18 Minuten.

Es wurden 202 kg Holzkohle und 1010 l Wasser verbraucht, demnach

Holzkohlenverbrauch . . 1,42 kg/km
Wasserverbrauch . . . 7,13 l/km

woraus eine fünffache Verdampfung folgt.

Der gröfsere Wasserverbrauch war die Folge der vielen langen Aufenthalte in den Stationen, wobei wiederholt Dampf abgeblasen werden mufste.

5. Probefahrt am 7. Mai 1904 auf der Strecke Budapest-Hatren.

Auf 17 km wurde ununterbrochen in 6,7 ‰ Steigung mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/St. gefahren, in den Ebenen war die Durchschnittsgeschwindigkeit 55 km/St., die höchste 60 km/St.

Holzkohlenverbrauch . . 1,9 kg/km
Wasserverbrauch . . . 9,8 l/km.

Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik.*)

Der IV. Kongrefs des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wird in der Zeit vom 3. bis zum 8. September dieses Jahres in Brüssel abgehalten werden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Baufortschritt im Simplontunnel.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1906, XLVII, März, S. 119.)

Die Monate Oktober bis Dezember 1905 waren den Vollendungsarbeiten gewidmet, im zweiten Stollen wurden noch 3162 cbm Ausbruch und 641 cbm Mauerwerk auf 118 m Länge geleistet. Der Ausbruch erfolgte nur mittels Handbohrung. Im Tunnel waren durchschnittlich 1200, aufserhalb des Tunnels 430, im ganzen also 1630 Mann beschäftigt.

Der Wasserandrang auf der Nordseite ist im ganzen unverändert geblieben, die heifsen Quellen hielten sich zum Teil auf 45°. Ende Dezember 1905 traten am Nord-Tunnelmunde 58 l/Sek, am Süd-Tunnelmunde 1062 l/Sek Tunnelwasser aus. Von der letztgenannten Menge entfallen 320 l/Sek auf warme Quellen.

Zur Lüftung und Kühlung wurden auf der Nordseite innerhalb 24 Stunden durchschnittlich 4924800 cbm Luft eingeblasen, davon 907000 cbm in den zweiten Stollen und 4017800 cbm in den Haupttunnel. Auf der Südseite wurden in der angegebenen Zeit durchschnittlich 2947100 cbm Luft in den zweiten Stollen eingeführt.

Die Mauerungsarbeiten sind beendet, am 16. November 1905 konnte auf der Nordseite mit dem endgültigen Legen des Gleises begonnen werden. —k.

*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70; 1903, S. 84; 1904, S. 236; 1905, S. 106, 264 und 322; 1906, S. 62.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Lokomotiv-Endstationen.

(Railroad Gazette 1905, Juni, Band XXXVIII, S. 686.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Taf. XXII.

Der Ausschufs der Master Mechanics Association hat eine neue Anlage für Lokomotiv-Endstationen vorgeschlagen. Der Entwurf sieht eine Anzahl Gleise vor, auf welchen die ankommenden Lokomotiven durch die Lokomotivmannschaft aufgestellt werden können, und wo sie solange gelassen werden, bis die Arbeiter sie zum Bekohlen, Löschen und Einstellen herausholen. Der Zweck der Aufstellungsgleise ist, zu ermöglichen, dafs nötigen Falles auch die letzte Lokomotive zuerst in den Schuppen gebracht werden kann. Der Entwurf erfordert, wenigstens in der Längsrichtung, mehr Raum und könnte vielleicht deshalb nicht an allen Stellen verwendet werden.

*) Organ 1905, Seite 207.



Die Anlage besitzt folgende Vorzüge:

1. Eine Anzahl von Aufstellungsgleisen ist unmittelbar mit dem Einfahrgleise und auch mit dem nach der Drehscheibe führenden Hauptkohlengleise verbunden, und ist so angeordnet, dafs jede Lokomotive vor den übrigen nach dem Kohlenkipper gebracht werden kann.
2. Ein Ausfahr-Aufstellungsgleis und ein Wasserkran sind so angeordnet, dafs ausfahrende Lokomotiven eben vor dem Ausfahren eine volle Wasserfüllung nehmen können, aufserdem ist die Versorgung einfahrender Lokomotiven mit Wasser unmittelbar nach der Bekohlung durch besondere Kräne ermöglicht.
3. Eine doppelte Löschgrube und zweckmäfsige Einrichtungen zum Ablassen des Wassers und zum Reinigen der Aschkasten erleichtern die Bereitstellung.
4. Schnecken zum Verladen der Asche und
5. eine Drehscheibe mit elektrischem Antriebe beschleunigen den Betrieb.

Die Einwendungen gegen den Entwurf sind folgende:

1. Die Anlage hat viele Weichen.
2. Die Schnecken zum Verladen der Asche sind zu teuer und oft in Unordnung.
3. Die Löschgrube sollte so nahe, wie möglich, an den Schuppen gelegt werden, um die Bedienung der kalten Lokomotiven so viel, wie möglich, abzukürzen.
4. Die Ein- und Ausfahrgleise sollten so scharf, wie möglich, getrennt werden, sonst werden die Lokomotiven aufgehalten, wenn die Gleise EE und FF nicht doppelt vorhanden sind, in welchem Falle wieder mehr Weichen nötig sein würden.

B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Delaware, Lackawanna und Western-Bahn.

(Railroad Gazette, 17. November 1905, S. 474. Mit Abb.)

Die Schenectady Werke haben fünf der obigen Lokomotiven gebaut, die mit ihrer Zugkraft von 9860 kg die bis jetzt kräftigsten 3/5 gekuppelten Personenzug-Lokomotiven sein sollen. Sie haben Zwillingsmaschinen und ein Drehgestell vorn. Besonders bemerkenswert ist die Unterstützung der Roststäbe. Es hat sich nämlich öfter gezeigt, dafs sich die Roststäbe bei grofsen Feuerkisten unter der Last der Kohlen nach unten durchbiegen. Um diese Durchbiegung auf ein bestimmtes Mafs zu beschränken, sind drei nach oben gekröpfte, aus 22 mm starkem Bleche bestehende Verbindungstücke an ihren Enden mit dem Rahmen verschraubt; der mittlere von ihnen stützt den mittlern Roststabträger, die beiden äufsern tragen besondere verbreiterte Blechköpfe, die bis auf einen Abstand von 9,5 mm von den Roststäben hoch geführt sind und diese in der Mitte unterstützen sollen. Die Stäbe legen sich erst auf, wenn sie sich um den Betrag des Spielraumes durchgebogen haben. Wäre dieser nicht vorhanden, so würden sich die Stäbe in der Mitte oder an den Enden nach oben durchbiegen und den Rost in Unordnung bringen.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	572 mm
	Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D		1753 «
Heizfläche, innere H		287 qm
Rostfläche R		8,8 qm
Dampfüberdruck p		16 at
Heizrohre	Länge	4648 mm
	Durchmesser, äufserer	50,8 mm
	Anzahl	398
Mittlerer Kesseldurchmesser		1900 mm
Gewicht im Dienste	Triebachslast L_1	69,9 t
« « «	im ganzen L	91 «
Inhalt des Tenders:	Wasser	22,7 cbm
« « «	Kohlen	9,1 t
Verhältnis H : R		32,6
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		3,2 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 \cdot h}{D} \cdot 0,5\,p$		9860 kg
« für 1 qm Heizfläche Z : H		34,4 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht Z : L		108,4 kg/t
« « 1 t Triebachslast Z : L_1		141 «

T.

40 t-Wagen für grofse Blechtafeln.

(Rev. générale des chemins de fer, Dezember 1905. Mit Abb. und Tafel.)

Die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn hat einen bordlosen Wagen zur Beförderung von Blechtafeln bis 4 m Breite in Dienst gestellt, bei dem das Lademafs dadurch eingehalten wird, dafs die Bleche in schräg aufgerichteter Stellung verladen und befestigt werden. Blechtafeln von mehr als 20 m Länge, 50 mm Dicke und von 2 bis 4 m Breite können verladen werden. Die gröfste Tragkraft von 40 t kann jedoch nicht immer voll ausgenutzt werden, da der Schwerpunkt der Belastung besonders bei schmaleren Blechen nicht in die Mittelachse des Wagens fällt und jeder Längsträger bei gleichmäfsiger Verteilung der Last auf seine ganze Länge nur mit 20 t, bei gleichmäfsiger Belastung der mittleren 10 m nur mit 15 t beansprucht werden darf.

Das Untergestell des ganz aus Eisen erbauten Wagens ruht auf zwei Drehgestellen amerikanischer Bauart mit Kugelzapfen und Schraubenfedern. Es besteht aus zwei aus Blechen und Winkeleisen zusammengesetzten Längsträgern, den beiden Kopfstücken und acht Querträgern aus I-Eisen, die unter sich in der Mitte des Gestelles durch schwächere I-Eisen verbunden sind. Die Blechtafeln werden schräg aufgerichtet auf einem Sattel befestigt, der durch acht Stützen in Form von rechtwinkeligen Dreiecken gebildet wird, die kreuzweise gegeneinander abgesteift sind. An den einen Längsträger sind hakenförmige Schmiedestücke angeschraubt, auf denen die verladenen Bleche ruhen; besondere Hakenschrauben halten sie oben und unten. Die Schmiedestücke können der Breite der Bleche entsprechend in schräger Richtung versetzt werden und

so drei verschiedene Stellungen einnehmen. Bei Vergröfserung ihrer Maulweite könnten sie in der mittlern und obern Lage auch stärkere, oder zu mehreren aufeinander gelegte Bleche unter Einhaltung des Lademafses aufnehmen.

Die Hauptabmessungen des Wagens sind folgende:

Länge zwischen den Buffern	21,2 m
Drehzapfen-Abstand	14,0 «
Achsstand der Untergestelle	1,8 «
Raddurchmesser	0,92 m
Eigengewicht	20,9 t
Höchstlast	40,0 t

T.

Viehwagen, zugleich Kohlenselbstentlader.

(Railroad Gazette, 3. November 1905, S. 418. Mit Abbildungen und Zeichnungen.)

Der bei der Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn eingeführte, gedeckte Wagen von 36 t Tragkraft ist aufser als Viehwagen auch zur Beförderung von Kohlen und Koks zu verwenden, sodafs er zu allen Jahreszeiten voll ausgenutzt werden kann. Für letztern Zweck ist er als Selbstentlader eingerichtet; der Boden besteht auf jeder Seite aus sechs Klappen, die zu je drei gemeinsam durch Handräder betätigt werden können und vollständige Entladung des Gutes zulassen. Die Beladung geschieht durch Klappen in der Wagendecke; für die Viehbeförderung sind Seitentüren üblicher Bauart vorgesehen.

T.

3/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotiven für die Chicago-, Burlington und Quincy-Bahn.

(Railroad Gazette, 20. Okt. 1905, S. 362. Mit Abb.)

Die amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft hat für die genannte Bahn 3/5 gekuppelte Lokomotiven geliefert, die teils mit Fettkohle, teils mit Braunkohle geheizt werden. Während die Kessel für Fettkohle 301 Rohre von 57,2 mm Durchmesser und 5,8 m Länge in der üblichen Anordnung enthalten, haben die für Braunkohle 198 Rohre derselben Abmessungen und aufserdem 24 Rohre von 127 mm äufserm Durchmesser. Am Hinterende sind diese letzteren auf 102 mm äufsern Durchmesser eingezogen und in die Feuerbüchsrohrwand eingeschraubt, vorn dagegen mit unverändertem Durchmesser in die Rauchkammerrohrwand eingewalzt. Die weiten Rohre beanspruchen den Platz von 103 der engern und liegen oberhalb dieser etwa in der Mitte des Kessels.

Bezüglich der übrigen Anordnung weisen die für beide Feuerungsarten bestimmten Kessel keine Verschiedenheiten auf. Die Hinterwand des Feuerbüchsmantels und die der Feuerkiste fallen bis zur Höhe der Tür schräg ab, die erstere jedoch etwas steiler, sodafs sich ihr Abstand von der Feuerbüchse nach oben hin vergröfsert, wodurch ein lebhafterer Wasserumlauf erzeugt werden soll. Der Feuertürrand ist in bekannter Weise durch Umbörtelung und Vernietung der Feuerbüchswände gebildet; die innere Wand ist jedoch hier, um das Blech weniger zu beanspruchen, in besonders grofsem Halbmesser ausgeschweift. Der Rost ist 2,74 m lang. Die Feuerkiste wird hinten von einer biegsamen Platte getragen, die mit dem Unterrande des Bodenringes verschraubt ist; vorn ruht die Feuerkiste auf zwei ebenfalls am Bodenringe befestigten Füfsen, die auf einer Kesselstütze gleiten.

Der Rahmen besteht aus drei Teilen; die Verbindungstellen liegen unmittelbar hinter den Dampfzylindern, ferner zwischen der dritten Trieb- und der hintern Laufachse.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	559 mm
	Kolbenhub h	711 «
Triebraddurchmesser D		1753 «
Heizfläche, innere H	für Fettkohle	298,7 qm
	für Braunkohle	264,4 «
Rostfläche R		5,02 «
Dampfüberdruck p		14,8 at
Heizrohre	Länge	5,8 m
	Durchmesser, äufserer	57,2 und 127 mm
	Anzahl	301 « 198
Kleinster Kesseldurchmesser		1778 mm
Gewicht im Dienste	Triebachslast L_1	69,9 t
	im ganzen L	96,4 «
Inhalt des Tenders	Wasser	10,3 cbm
	Kohlen	14,5 t
Verhältnis H : R	für Fettkohle	60
	für Braunkohle	53
« H : L	für Fettkohle	3,1 qm/t
	für Braunkohle	2,74 «
Zugkraft $Z = \frac{d^2 h}{D} . 0,5 . p$		9410 kg
Verhältnis Z : H	für Fettkohle	31,5 kg/qm
	für Braunkohle	35,5 «
« Z : L		98 kg/t
« $Z : L_1$		135 «

T.

Stählerne Eisenbahn-Personenwagen für die englische grofse Nord- und Stadt-Eisenbahn.

(Engineer vom 22. Dezember 1905, S. 624. Mit Abb.)

Die Brush Electrical Engineering Co. ist von der Grofsen Nord- und Stadt-Eisenbahn mit dem Baue von 18 stählernen Personenwagen beauftragt, die gegenüber der gewöhnlichen Bauart die Vorteile geringern Gewichtes, gröfserer Feuersicherheit und gröfserer Lebensdauer haben sollen, wenn ihr Anstrich häufig genug erneuert wird. Sie haben 64 Plätze, je fünf sollen zu einem Zuge zusammengestellt werden.

Die beiden Endwagen jedes Zuges dienen als Triebwagen und werden mit je einer elektrischen Triebmaschine von 120 P.S. versehen. Der untere Rahmen des Wagenkastens, die Eck- und Zwischen-Säulen und die äufsere Bekleidung bestehen aus Stahl. Der Fufsboden wird durch Stahlplatten gebildet, welche einen unverbrennlichen Belag von 25 mm Dicke aus Kalkmilch, Korkstücken, Eisenoxyd und Zement tragen, der dem Linoleum ähnlich ist und weder durch Hitze noch Kälte angegriffen werden soll.

Die innere Bekleidung des Wagens wird durch Aluminiumplatten von 1,6 mm Dicke gebildet, welche bis zum Dache hinaufreichen. Die Sitze sind als Rohrsitze auf Eisenrahmen

ausgebildet. Die Gepäcknetzhalter, sowie die Tür- und Handgriffe bestehen aus Messing.

Den fertigen Wagen sieht man nicht an, dafs sie fast vollständig aus Stahl gebaut sind, zumal alle Niete durch Leisten verdeckt sind. Teakholz ist nur an einigen Stellen im Innern zur Verzierung verwendet worden. Aufsen sind die Wagen teakholzfarbig gestrichen, die Felder sind durch rote und goldene Linien begrenzt. Die Decke ist weifs und die Wände sind rahmfarbig gehalten.

Um das Gewicht des Wagens herabzudrücken, sind die Wände trägerförmig ausgebildet. Der Wagenkasten ist in allen Teilen so stark gebaut, dafs das Metall nur mit 633 kg/qcm beansprucht wird. Der untere Rahmen des Wagenkastens ist übereck durch stählerne Fufsbodenplatten von 2,3 ^{mm} Dicke versteift, welche durch 15,8 ^{mm} hohe rinnenförmig gebogene Querstreben aus Stahlblech verstärkt sind.

Letztere dienen zugleich zum Halten des Fufsbodenbelages. Die Eck- und Tür-Säulen, sowie der Dachrahmen bestehen aus Winkelstahl, die Zwischensäulen aus **[**-Stahl. Die beiden ersteren sind der Form der Seitenwände entsprechend gebogen und mit den Rahmen vernietet. Zur Versteifung der Seitenwände dienen zwei wagerechte Streben, welche die Eck- und Tür-Säulen miteinander verbinden und die Fensterrahmen aufnehmen.

Die Aufsenplatten der Wände sind 3,2 ^{m} dick. Die an die Eck- und Tür-Säulen angrenzenden Platten bestehen vom obern bis zum untern Rahmen aus einem Stücke. In den Rücklehnen der Doppelsitze liegen stählerne **T**-Streben, welche die untern wagerechten Streben der Seitenwände mit den mittlern Langträgern des untern Wagenkastenrahmens verbinden, wodurch die Seitenwände gegen seitliche Beanspruchungen widerstandsfähig gemacht sind.

Die Hauptabmessungen der Wagen sind:

Länge des Wagenkastens	12496 ^{mm}
Länge zwischen den Endbühnen	15086 «
Breite, an den Säulen gemessen	2815 «
Höhe vom Fufsboden bis zum Dache	2564 «
Ganze Höhe über S.O.	3771 «
Spur	1435 «
Drehgestellachsstand	1853 «
Drehgestellmitten-Abstand	10514 «
Raddurchmesser	914 «
Anzahl der Sitze	64
Gewicht des Wagenkastens	10,85 t
Gewicht des Wagens mit Drehgestellen ohne elektrische Ausrüstung	17,85 t

H—t.

Einführung von Geschwindigkeitsmessern bei den Lokomotiven der französischen Eisenbahnen.

(Zeitschrift für den Internationalen Eisenbahntransport Nr. 3, März 1906, S. 110.)

Ein Erlafs des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 2. März 1906 ordnet an, dafs alle Personenzug-Lokomotiven der französischen Eisenbahnen bis zum 31. Dezember 1908 mit Geschwindigkeitsmessern ausgerüstet sein müssen. —k.

Beleuchtung der Eisenbahn-Personenwagen mittels Gasglühlicht.*)

(Revue générale des chemins de fer 1905, II, November, S. 348. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 13 auf Tafel XXII.

Die bei der Französischen Westbahn zur Verwendung gekommene Laterne mit hängendem Glühkörper**) wurde zuerst bei den mittels Fettgas beleuchteten Wagen der Linie Paris-Auteuil eingeführt. Das gelieferte Licht war sowohl während der Fahrt, als auch beim Stillstande der Wagen vollkommen gleichmäfsig. Auf Grund der in der Versuchsanstalt angestellten Versuche wurden die Brenner auf einen Fettgasverbrauch von 15 l/St. bei einem Gasdrucke von 120 ^{mm} Wassersäule eingestellt. Die Lichtausbeute betrug 30 Kerzen, während die Laternen mit stehendem Glühkörper bei gleichem Gasverbrauche und Drucke nur 20 Kerzen gaben. Das Licht ist fast weifs und von Tageslicht kaum zu unterscheiden, der Wechsel in der Beleuchtungsart bei der Einfahrt der Züge in Tunnel kaum zu bemerken. Dieses wird besonders von den Reisenden angenehm empfunden, die die zahlreichen Tunnel der Pariser Stadtbahn durchfahren.

Obgleich die ersten Versuche von Anfang an befriedigten, waren doch noch einige Verbesserungen erforderlich. Da sich die Mischung von Luft und Gas bei teilweiser Verstopfung der nur etwa 0,3 ^{mm} weiten, zur Regelung der Saugwirkung dienenden Öffnung bisweilen schon am Ausgange des Bunsenbrenners entzündete und der Glühkörper nicht zum Weifsglühen kam, wurde vor die Düse des Bunsenbrenners ein weitmaschiges Metallsieb gesetzt und hierdurch der Übelstand des Zurückschlagens der Flamme gründlich beseitigt (Abb. 9, Taf. XXII). Eine noch wichtigere Veranlassung zu Störungen liegt in dem Umstande, dafs die Bunsenflamme nicht leuchtet. Fällt der Glühkörper während der Fahrt in die Glaskuppel hinab, so hört die Beleuchtung auf. Zur Beseitigung dieses Übelstandes wurde der Glühkörper mit einigen 0,4 ^{mm} starken Drähten aus Nickel umgeben (Abb. 10, Taf. XXII), die, weil der Glühkörper weifsglühend wird, keinen Schatten werfen und etwa losgelöste Teile des Glühkörpers verhindern, in die Glaskuppel zu fallen. Der so gestützte Glühkörper gibt ausreichende Beleuchtung und könnte selbst während einiger Tage benutzt werden.

Aufser der oben beschriebenen, für die Wagen der Pariser Stadtbahn bestimmten Laterne hat die französische Westbahn in ihren für den Fernverkehr bestimmten Wagen eine neue Laternenform verwendet (Abb. 12, Taf. XXII), die von der Société Internationale d'éclairage par le gaz d'huile vorgeschlagen wurde. Wegen wagerechter Anordnung des Bunsenbrenners ist kein besonderer Schornstein mehr erforderlich, die Glaskuppel läfst sich vom Wageninnern aus öffnen, wodurch ihre und des Blenders Reinigung, sowie das Auswechseln des Glühkörpers erleichtert wird.

Diese Anordnung gestattet nicht die Bedienung der Lampen vom Wagendache aus, die bei den Wagen der Pariser Stadt-

*) Organ 1905, S. 32.

**) Organ 1905, Taf. XI, Abb. 6.



bahn während der kurzen Aufenthalte bei starkem Andrange an Sonn- und Festtagen unvermeidlich ist.

Abb. 13, Taf. XXII zeigt eine für die Wagen der Pariser Stadtbahn angenommene, aber auch für die Wagen der Hauptlinien geeignete Laterne, deren Bedienung nach Belieben von aufsen oder innen erfolgen kann. Die mit dieser Laterne bei den Wagen der Pariser Stadtbahn angestellten Versuche, bei denen die Bedienung der Laternen von aufsen erfolgte, zeigten, dafs die Glühkörper nur etwa 17 Tage hielten. Die Ursache dieser geringen Dauer ist darin zu suchen, dafs die tägliche Beleuchtungsdauer auf gewissen Linien fast 18 Stunden betrug und der Brenner mit dem Glühkörper täglich herausgeklappt wurde, um die Glaskuppel reinigen zu können. Bei den Laternen, die vom Wageninnern aus geöffnet werden können, halten die Glühkörper mindestens einen Monat länger, bei den Drehgestellwagen der Linie nach Havre im Mittel sogar 65 Tage.

Um zu versuchen, ob man nicht statt des Fettgases das fast überall erhältliche Steinkohlengas verwenden könne, wurden sechs Wagen I. Klasse mit Laternen mit hängendem Glühkörper ausgerüstet und zum Zwecke der Speisung mit Steinkohlengas im Juli 1903 auf den Linien Paris-Nantes und Paris-Cherbourg in Betrieb genommen. Die Brenner wurden auf einen Verbrauch von 38 bis 40 l/St. bei 190 ^{mm} Wassersäule Gasdruck eingestellt. Die erzielte Leuchtkraft übertraf noch die, welche bei Verbrauch von 15 l/St. Fettgas erreicht worden war, und die Helligkeit wurde mittels des Mascart'schen Lichtmessers zu 32 Kerzen statt 30 bei Verwendung von Fettgas gefunden. Unter diesen Umständen wurden vier in den Schnellzügen Paris-Havre laufende Drehgestellwagen im Februar 1904 mit Laternen mit hängendem Glühkörper ausgerüstet, und diese mit Steinkohlengas gespeist. Der über ein Jahr ausgedehnte Versuch hat gezeigt, dafs die Beleuchtung vollkommen und das Licht auch bei grofsen Geschwindigkeiten beständig ist. Überdies haben die Versuche ergeben, dafs die Brenner bei Verwendung von Steinkohlengas weniger schnell schmutzig werden, als bei der Verwendung von Fettgas, der Reinigung also seltener bedürfen.

Die Ausdehnung der Glühlichtbeleuchtung mit Steinkohlengas und hängenden Glühkörpern auf die Wagen der Pariser Stadtbahn und der Schnell- und Exprefszüge wurde bereits angeordnet. Der Gasvorrat der Wagen wurde für eine Brenndauer von 30 Stunden bemessen, der Druck in den Gasbehältern auf 15 at, gegenüber 7 at bei Fettgas festgesetzt. An Anlagen wurden vorgesehen: zwei Gasverdichter in Clichy, deren jeder 150 cbm/St. Gas auf 20 at verdichten kann, eine Ladestation auf dem Invalidenbahnhofe in Paris, versorgt durch Gaskesselwagen, die in Clichy gefüllt werden und ein Gasverdichter auf Bahnhof Paris-Montparnasse, der imstande sein soll, 100 cbm/St. Gas auf 18 at zu verdichten.

Die Quelle gibt an der Hand von Abbildungen eine ausführliche Beschreibung der auf Bahnhof Clichy errichteten Anlagen, von denen bei regelrechtem Betriebe stets nur eine in Benutzung ist. —k.

---

2 × 3/4 gekuppelte Verbund-Güterzug-Tenderlokomotiven der französischen Nordbahn, Bauart Meyer.

(Revue générale d. ch. d. f. 1905, S. 120. Mit Abb.; Railroad Gazette 1905, Oktober, S. 322. Mit Abb.; La Revue technique 1905, Juni, S. 487. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 7 auf Tafel XXIII.

Zur Beförderung der Kohlenzüge aus dem Grubengebiete Nordfrankreichs nach Paris dienten seither Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven mit drei Kuppelachsen. Diese können auf den Strecken Valenciennes-Avesnes-Hirson und Busigny-Hirson, die lange Steigungen von 10 und 11,5 $^0/_{00}$ haben, nur Zuggewichte von 600 und 490 t fördern, dagegen auf der günstigern Strecke von Lens nach Valenciennes oder Busigny Zuggewichte von 900 t. Die neuen Lokomotiven sollen 900 t-Züge über die ganze Strecke von Lens über Valenciennes oder Busigny nach Hirson fahren. In der Tat erreichen sie mit diesem Zuggewichte auf dem ebenen Teile der Strecke eine Geschwindigkeit von 50 bis 60 km/St., auf dem bergigen Teile 18 bis 20 km/St.

Die verlangte Zugkraft erfordert sechs Kuppelachsen und mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Brücken eine Länge der Lokomotive von ungefähr 16 m zwischen den Buffern.

Die Triebachsen sind in zwei von einander unabhängigen Gruppen in zwei Drehgestelle eingebaut. Das vordere wird von den Niederdruck-, das hintere von den Hochdruck-Zylindern angetrieben. Um kurze Dampfwege zu erzielen, sind die Dampfzylinder an den der Mitte der Lokomotive zunächst liegenden Enden der Triebgestelle angebracht; dort hat jedes Triebgestell noch eine Laufachse.

Die Lokomotive ist als Tenderlokomotive gebaut, um eine grofse Triebachslast zu erzielen. Diese beträgt noch ungefähr 72 t, wenn die ganzen Wasser- und Kohlenvorräte verbraucht sind. Diese Vorräte sind so untergebracht, dafs mit zunehmendem Verbrauch alle Triebachsen gleichmäfsig entlastet werden.

Auf den Triebgestellen ruht ein eigenartig geformter Rahmen, der diese verbindet und den Kessel mit Führerhaus Wasser- und Kohlen-Behälter trägt. Er hat in der Mitte kastenförmigen Querschnitt, nach den Enden zu wird er breiter, um die Kopfschwellen mit den Zug- und Stofs-Vorrichtungen aufzunehmen.

Dieser Rahmen ruht auf dem hintern Triebgestelle mittels eines ebenen Zapfens, ferner mittels vier Gleitstücken über den Längsträgern des Triebgestellrahmens. Der Rahmen und der darauf liegende Kessel können sich also gegenüber dem hintern Triebgestelle nur in wagerechter Ebene verdrehen. Dagegen wird die Verbindung des Rahmens mit dem vordern Triebgestelle durch einen Kugelzapfen hergestellt, sodafs dieses sich ganz beliebig einstellen kann, wie es die Lage des Gleises in Krümmungen verlangt. Doch werden die seitlichen Ausschläge des Triebgestelles durch federnde, an dem darüber liegenden Rahmen befestigte Buffer begrenzt.

Von dem Wasservorrate sind 9 cbm in zwei seitlichen Wasserbehältern unmittelbar auf dem vordern Triebgestelle untergebracht. Der Kessel hat zwischen diesen beiden Behältern ausreichend Spiel. Rechts und links von der Feuerkiste sind noch zwei kleine Wasserbehälter angebracht.

Die Lokomotive geht anstandslos durch Krümmungen von 90 m Halbmesser.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Dampfzylinder	Durchmesser-Hochdruck d	400 mm
	Durchmesser-Niederdruck d_1	630 «
	Kolbenhub h	680 «
Triebraddurchmesser D		1455 «
Heizfläche, innere H		244,55 qm
Rostfläche R		3,0 «
Dampfüberdruck p		16 at
Heizrohre	Länge	4750 mm
	Durchmesser, äufserer	70 «
	Anzahl	130
Mittlerer Kesseldurchmesser		1456 «
Gewicht, leer		78 t
Triebachslast im Dienste G		72 «
Dienstgewicht G_1		102 «
Inhalt des Tenders, Wasserbehälters		12,8 cbm
« « « Kohlenraum		5 t
Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche H : R		81,5 t
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		2,4 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d_1^2 \cdot h}{D} 0,45\ p$		13300 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		54,5 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht $Z : G_1$		131 kg/t
« « 1 t Triebachslast Z : G		185 kg/t

Die Längsträger der Triebgestellrahmen bestehen aus 24 mm starkem Stahlblech; sie sind durch wagerechte Bleche und durch kräftige Stahlgufsstücke versteift, welche den Drehzapfen aufnehmen.

Die Dampfzylinder sind mit entlasteten Flachschiebern ausgerüstet. Der entlastete Teil der Hochdruckschieber steht mit dem Hochdruckausströmrohre in Verbindung, derjenige der Niederdruckschieber kann entweder bei offenem Regler mit dem Ausströmrohre, oder bei geschlossenem Regler mit dem Schieberkasten in Verbindung gebracht werden. Dadurch wird der Widerstand der Schieber für Fahrt mit geschlossenem Regler kleiner.

Da sich die Kopfschwellen wegen ihrer grofsen Entfernung von dem Drehzapfen sehr schräg zum Gleise stellen können, sind die Bufferteller vergröfsert, auch können die Buffer doppelt so weit eingedrückt werden, als sonst üblich. Der Schaft des Zughakens reicht auf beiden Seiten der Lokomotive bis zu einem Zapfen in der Nähe des Punktes, wo der den Kessel tragende Rahmen breiter wird. Die Zugkraft greift also jeweils in der Nähe des Triebgestellzapfens an. Da an jedem Zughaken zwei Winkelfedern von je 12 t vorhanden sind, bleibt die Zugvorrichtung noch bei Ausübung einer Zugkraft von 24 t nachgiebig.

Der Aschkasten besteht aus zwei Teilen, die sich etwas gegeneinander bewegen können, der obere ist am Grundringe der Feuerkiste, der untere auf dem Triebgestelle befestigt. Zur leichtern Entleerung endet sie vorn in einem Trichter. Die Luft tritt seitlich und von vorn ein.

Der oberste Teil der Rauchkammer ist durch ein wagerechtes Blech abgeschlossen, um Gegenströmungen der Rauchgase zu vermeiden. Ein wagerecht liegendes, rechteckiges Sieb bildet den Funkenfänger. Die Öffnung des Ausströmrohres wird durch Verstellen eines Kegels verändert. Dem ausströmenden Dampfe wird durch schraubenförmige Führung eine Drehbewegung erteilt. Dadurch kann die Austrittsöffnung verhältnismäfsig grofs gehalten werden, sodafs der Gegendruck klein ausfällt.

Der Kessel ist vorn mittels eines Stahlgufsstückes mit dem Hauptrahmen fest verbunden; der zylindrische Teil wird durch zwei federnde Bleche gestützt. Hinten ist der Kessel beweglich auf dem Hauptrahmen gelagert. Um Langkessel und Feuerkiste besser mit einander zu verbinden, greifen die Seitenwandbleche der Feuerkiste über die Stiefelknechtplatte bis zur ersten Rundnaht des Langkessels über.

Wegen der hohen Kessellage fällt der Dampfdom niedrig aus. Der Regler zur Entnahme von Frischdampf für die Hoch- und Niederdruck-Zylinder sind zu einem Gufsstücke vereinigt. Zwei Hebel am Führerstande dienen zum Verstellen der Flachschieber.

Vom Dome gelangt der Frischdampf durch eine Drehstopfbüchse, deren Achse mit der Achse des Drehzapfens des hintern Triebgestelles zusammenfällt, zu den Hochdruckzylindern. Die Stopfbüchse wird durch zwei senkrecht, in einander gesteckte Bronzerohrstücke gebildet. Von jedem Hochdruckzylinder gelangt der Dampf unmittelbar zum entsprechenden Niederdruckzylinder; diese Dampfleitungen werden durch je zwei ineinandergesteckte Rohre hergestellt, deren Enden in Kugelgelenken an den Dampfzylindern befestigt sind. An jedem Niederdruck-Zylinder kann die Verbindungsleitung durch einen Prefsluft-Zylinder abgesperrt werden, sodafs der Abdampf des Hochdruck-Zylinders unmittelbar in das Ausströmrohr des Niederdruck-Zylinders auspufft. Für die Verbindung zwischen den Niederdruck-Zylindern und dem Ausströmrohre in der Rauchkammer, ebenso für die Zuleitung von Frischdampf zu den Niederdruck-Zylindern sind gepanzerte Gummirohre verwandt, die einfacher und leichter sind, als Gelenkrohre, und hinreichend haltbar hergestellt werden. Der Druck in der Frischdampfleitung zum Niederdruck-Zylinder wird durch Sicherheitsventile unter 6,5 at gehalten. Auch für die Leitung zwischen Hoch- und Niederdruck-Zylindern soll ein Versuch mit Gummirohren gemacht werden.

Beide Triebgestelle haben dieselbe Vorrichtung zum Verlegen der Steuerung. Unter dem Lokomotivkessel liegt, von einem Triebgestelle zum andern reichend, eine Gelenkwelle, die vom Führerstande aus durch Kugelradübertragung gedreht werden kann. Die Enden dieser Welle treiben mittels zylindrischer Schraubenräder schräg liegende Gelenkwellen an, deren an den Triebgestellen fest gelagerte Enden flachgängiges Gewinde haben. Durch die zugehörigen Muttern werden die Hebel der Steuerwellen bewegt. Der Antrieb der Hauptwelle vom Führerstande aus ist so eingerichtet, dafs die Hochdrucksteuerung für sich allein verlegt werden kann.

Die sechs Kuppelachsen werden mit einer Luftsaugebremse gebremst.

P—g.

Dampftriebwagen der London und Nord-West-Eisenbahn.

(Engineer 1905, September, Seite 261. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXIII.

Die englischen Eisenbahngesellschaften verwenden mehr und mehr Triebwagen, um den Personenverkehr auf ihren Zweig- und Vorort-Linien zu heben. Die London- und Nordwest-Eisenbahn hat diese Betriebsart in letzter Zeit gleichfalls aufgenommen. Der Wagen enthält zwei Abteile mit 48 Sitzplätzen einer Klasse. Der Wagenkasten, welcher auf den Werken der Gesellschaft in Wolverton gebaut ist, wird von zwei zweiachsigen Drehgestellen getragen. Das am Kesselende befindliche Drehgestell ist von besonderer Bauart, da es nicht allein das vordere Wagenende, sondern auch die Maschine, den Kessel, die Wasserbehälter, sowie das ganze Triebwerk zu tragen hat, ohne dafs hierbei irgend einer der vorerwähnten Teile in Zusammenhang mit dem Wagenkasten steht. Das Drehgestell ist so gebaut, dafs es bei erheblichen Ausbesserungen an Maschine oder Kessel durch ein anderes ersetzt werden kann, ohne dafs der Wagenkasten dem Betriebe entzogen zu werden braucht. In diesem Falle wird das eine Ende des Wagenkastens so hoch gehoben, dafs das ausbesserungsbedürftige Drehgestell mit seinen Ausrüstungsteilen unter dem Wagenkasten hervorgezogen werden kann, worauf ein anderes mit Maschine und vollständigem Kessel untergeschoben wird. In dieser Weise wird ein Übelstand bei Verwendung von Triebwagen beseitigt, welcher darin besteht, dafs der Wagen zwecklos dasteht, während die Maschine ausgebessert wird. Die Anordnung des Drehgestelles gestattet einen so grofsen seitlichen Ausschlag, dafs der Wagen Bogen von nur 50,3 m Halbmesser durchfahren kann.

Die Zylinder liegen innerhalb der Rahmen. Die Steuerung ist die gewöhnliche Schiebersteuerung mit gerader Schwinge. Der Kessel ist nach Art der Lokomotivkessel gebaut.

Um Wenden des Wagens auf der Endstation zu vermeiden, kann die Maschine von beiden Wagenenden aus bedient werden. Das Wasser ist in vier Behältern unter dem Wagenkasten untergebracht. Der Wagen ist mit selbsttätiger Saugebremse und elektrischer Beleuchtung ausgerüstet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser d	241,3 mm
Kolbenhub h	381,2 «
Triebraddurchmesser D	1142,0 «
Heizfläche H	29,47 qm
Rostfläche R	0,593 «
Dampfüberdruck p	12,3 at
Länge der Heizrohre	990 mm
Äufserer Durchmesser der Heizrohre	38,1 mm
Anzahl der Heizrohre	216
Äufserer Durchmesser des Langkessels	1142 mm
Ganze Länge des Triebwagens	17373 «
Achsstand des Maschinendrehgestelles	2590 «
« « Wagendrehgestelles	2436 «
Ganzer Achsstand	14020 «
Triebachslast im Dienste G	27,9 t
Dienstgewicht G_1	44,1 «
Inhalt der beiden kleinen Wasserbehälter zusammen	0,468 cbm
Inhalt des mittelgrofsen Behälters	0,749 «
« « grofsen Behälters	0,849 «
Wasservorrat	2,066 «
Kohlenvorrat	0,814 t
Verhältnis H : R	49,7
Gröfste Zugkraft $Z = 0{,}75 \frac{d^2 . h}{D} . p$	1795 kg
« « für 1 qm Heizfläche Z : H	61 kg/qm
« « « 1 t Dienstgewicht $Z : G_1$	40,75 kg/t
« « « 1 t Triebachslast Z : G	64,4 kg/t

H—t.

Technische Litteratur.

Beton-Kalender 1906. Taschenbuch für den Beton- und Eisenbetonbau, sowie verwandte Fächer. Herausgegeben von der Zeitschrift »Beton und Eisen« unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner. I. Jahrgang. Berlin 1905, Ernst und Sohn. Preis 3.— M.

Das überaus schnelle Anwachsen der Verwendung der Eisenbeton-Bauweise auf allen Gebieten des Bauwesens hat nun auch die Herausgabe eines diesen Zweig neuerer Technik betreffenden Kalenders geführt. Der Stoff ist bereits ein so reicher geworden, dafs dieser erste Jahrgang schon die Notwendigkeit einer Zweiteilung erkennen läfst, die im nächsten Jahre eintreten soll. Der diesjährige Band enthält neben den üblichen Bestandteilen eines Taschenbuches eine eingehende Behandlung der Theorie des Eisenbetonbaues und eine grofse Zahl von Darstellungen aus der Baustofflehre, sofern sie die Stoffe des Beton und deren Verarbeitung betrifft, dann von Bauausführungen der verschiedensten Gebiete, des Hochbaues, der Gründungen, des städtischen Tiefbaues, des Wasserbaues, des Eisenbahn-Brücken- und Tunnelbaues.

Die Rolle, die der Eisenbetonbau heute schon spielt, ist eine sehr bedeutungsvolle, es unterliegt aber keinem Zweifel, dafs er sich in allernächster Zeit noch weit über das heute eroberte Gebiet hinaus verbreiten wird. Wir betrachten daher dieses neue Unternehmen, dem durchaus berufene und bewährte Fachmänner ihre Kräfte gewidmet haben, und das daher auf der Höhe der Zeit steht, als ein höchst zeitgemäfses, und sein Erscheinen ankündigend, empfehlen wir es allen am öffentlichen und privaten Bauwesen Beteiligten auf das Wärmste; es bietet auch dem auf diesem Sondergebiete noch minder Bewanderten ein wirksames Mittel zur raschen Gewinnung aller erwünscht erscheinenden Auskunft und daneben Ausführungsbeispiele der verschiedensten Gebiete in grofser Zahl.

Anweisung für das Entwerfen von Eisenbahnstationen der Preufsisch-Hessischen Staatsbahnen mit besonderer Berücksichtigung der Stellwerke, Ausgabe 1905.

Diese im Jahre 1893 festgestellte Anweisung war zuletzt 1896 ausgegeben. Es ist erklärlich, dafs mit dem immer dichter werdenden Verkehre und der damit Hand in Hand gehenden weitern Durchbildung der Stellwerksanlagen die Grundsätze für das Entwerfen von Bahnhofsanlagen auch von Zeit zu Zeit einer Nachprüfung unterzogen werden müssen.

So ist das Erscheinen dieser schon länger erwarteten, mit der neuen Betriebsordnung vom 1. Mai 1905 in Übereinstimmung gebrachten Neuausgabe freudig begrüfst worden. Der Umfang der Anweisung, die nun auf grofsen Viertelbogen gedruckt ist, hat erheblich zugenommen.

Mit Recht sind die betriebstechnischen Grundlagen in die erste Linie gerückt. Nach ihnen sind die baulichen Anlagen auszugestalten. Für jeden Bahnhofsentwurf ist eine Betriebs- und eine Fahrordnung aufzustellen und auf Erweiterungsfähigkeit zu rücksichtigen.

Von Wichtigkeit ist im Abschnitte B »Anordnung der Gleise und Weichen« die Vorschrift, dafs der Halbmesser gekrümmter durchgehender Hauptgleise in der Station tunlichst nicht kleiner anzunehmen ist, als auf der freien Strecke. Die Bestimmungen über die Gegenkrümmungen und die Zwischengeraden dieser Gleise auf Schnellzugstrecken werden das Durchfahren der Stationen erheblich erleichtern.

Eine Zwischengerade ist nur zwischen Gegenkrümmungen festgehalten, welche bei Abzweigung einer Weiche vor einem Bogen oder zwischen zwei Weichen entstehen.

Die Bestimmungen über die Lage der Bahnsteige und Empfangsgebäude bei Nebenbahnen, über die Bahnsteige bei Haltepunkten zweigleisiger Bahnen sind neu. Die Vorschrift über die Höhe und den Abstand der Bahnsteigkanten von der nächsten Gleismitte entspricht der Betriebsordnung. Ob die grofse Höhe der Bahnsteige von 0,38 ^{m} über S.O. nicht zu Schwierigkeiten führen wird, bleibt abzuwarten. Die B.-O. setzt sie auch nur als Regel fest.

Auch die Anweisungen über die veränderliche Bahnsteigbreite, besonders bei schienenfreien Zugängen und die Höhenlage der Zugangsräume zu diesen sind bemerkenswert. Die Hinweise auf die Zweckmäfsigkeit der Ausführung von Abstellanlagen und der Erweiterung des Abschnittes über den Ortsgüterverkehr und den Verschiebedienst, — das Wort »Rangieren« ist hier wie in der B.-O. noch nicht beseitigt — entsprechen der bereits geltenden Übung.

Sehr zweckmäfsig erscheint die Unterscheidung der fernbedienten von den handbedienten Weichen in den Vorschriften über die Darstellung, ebenso die Aufnahme von bestimmten Zeichen für bauliche Anlagen, wie Wasser, Kräne, Sperrschwellen und dergleichen.

Der Teil II würde unseres Erachtens zweckmäfsiger Entwerfen »von Signal- und Sicherungsanlagen« statt von »Stellwerken« benannt werden. Ein Hinweis in Teil I auf Absatz 20, Gestaltung des Gleisplanes in Teil II, hier als Grundlage des Entwerfens von Stellwerken aufgenommen, oder auch die Verweisung dieses Absatzes in Teil I wäre vielleicht angezeigt.

Neu ist in Teil II die eingehende, durch Abbildungen erläuterte Behandlung der Wege- und Deckung-Signale und besonders des Standortes der Vorsignale mit Rücksicht auf die Gefällverhältnisse der Strecke.

Bei der Anordnung der Stellwerke sind die Riegelwerke besonders berücksichtigt. Neu festgestellt ist auch der Abschnitt über die bauliche Einrichtung der Stellwerke mit den Vorschriften über die Grundstellung der Hebel, über die aufschneidbaren Spitzenverschlüsse, die Kuppelung der Weichen und die einfache und doppelte Riegelung. Von wesentlichem Einflusse auf die Betriebssicherheit wird aber auch die Gleichmäfsigkeit der baulichen Einrichtungen der Stellwerke nicht nur auf einer und derselben Station, sondern auch innerhalb eines weiteren Bezirkes bleiben.

Die Wichtigkeit der Sicherung der Fahrstrafsen und Blockanlagen ist durch besondere Absätze hervorgehoben.

Für die Darstellung der Stellung und Einrichtungen der Weichen, Signale und sonstiger Sicherungsanlagen sind bestimmte Bilder vorgeschrieben. In den Köpfen der Verschlufstafeln ist nunmehr auch der Zustand und Zusammenhang zwischen den elektrischen und mechanischen Sperreinrichtungen mit den elektrischen Leitungen darzustellen. Für den Verschlufs und den Zustand der Blockfelder, der Weichen, Fahrstrafsen und Signalhebel sind besondere Zeichen eingeführt.

Die Bedienungsvorgänge sind in der Regel nur bis zum Ziehen des Fahrsignales darzustellen.

Man kann wohl sagen, dafs die neue Anweisung innerhalb ihres Geltungsbereiches nicht nur die sachgemäfse Aufstellung eines Bahnhofsplanes mit den Signal- und Sicherungsanlagen, sondern auch das Verständnis von Stellwerksplänen wesentlich erleichtern und so auch zur Erhöhung der Betriebsicherheit beitragen wird. W—e.

Brockhaus' kleines Konversations-Lexikon.*) Fünfte vollständig neu bearbeitete Auflage. Zwei Bände in 66 Heften zu je 30 Pfennig. F. A. Brockhaus in Leipzig, 1905. Hefte 10 bis 12.

Die vorliegenden drei Hefte behandeln die Stichworte »Buntkupfererz« bis »Dalberg« und zeigen abermals das Bestreben, das Unterweisungsmittel auf die allerneueste Erkenntnis und Erfahrung auszudehnen, um diese der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Das wirtschaftliche Gebiet wird in einer eingehenden Bearbeitung der »Berufs- und Gewerbe-Statistik« behandelt, die für die brennenden sozialpolitischen Fragen viele wissenswerte Aufschlüsse gibt. In geographischer Beziehung sind die Erdteile Australien mit Ozeanien und Afrika vertreten, die ja beide zur Zeit im Mittelpunkte der Beachtung der ganzen gebildeten Welt stehen.

Auch hier erleichtern wohlgelungene in Farbendruck und Zinkätzung hergestellte Tafeln das Verständnis der Aufsätze und bilden einen reichen Schmuck des Buches.

Mit der fortschreitenden Ausgabe der Hefte befestigt sich mehr und mehr der Eindruck, dafs hier ein kurz gefafstes Bildungsmittel bester Art entsteht.

*) Organ 1906, S. 68 und 87.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN.

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. 6. Heft. 1906.

Zur Frage der Abnutzung der Eisenbahnschienen.

Von **Leo von Lubimoff,** Oberingenieur und Stellvertreter des Direktors der russischen Nikolai-Bahn.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Betriebsingenieurs ist die Klarstellung aller die Dauer der Schienen beeinflussenden Umstände, um diesen entgegenwirken zu können. Leider ist diese Aufgabe äufserst schwierig, weil eine grofse Anzahl verschiedenartiger Umstände dabei in Betracht kommt, diese sich nur selten in derselben Vereinigung geltend machen, und den statistischen Angaben daher meist der Grad von Gleichwertigkeit fehlt, der zur Vergleichung erforderlich ist*).

Als Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe teilt der Verfasser im Folgenden einige von seinen Beobachtungen über die Dauer, Abnutzung und Beschaffenheit der Schienen auf russischen Bahnen mit.

Die Frage, welcher Flufsstahl der technisch vollkommenste und zuverlässigste sei, hat für die russischen Eisenbahnverwaltungen, die heute ein Netz von mehr als 65 000 km betreffen und seit mehreren Jahren nur russische Schienen verwenden, bis jetzt noch keine befriedigende Lösung gefunden. Die Zulassung von zu weichem Stahl, die eine verhältnismäfsig grofse Abnutzung der Schienen zur Folge hatte, wurde schon in den 80er Jahren als Fehler erkannt. Seitens der Bahnverwaltungen ist wiederholt der Wunsch geäufsert, zu viel härterm Stahle überzugehen. Da einerseits nach Ausweis der Verhandlungen der letzten internationalen Eisenbahnkongresse bis jetzt noch nicht feststeht, welche Härte für Schienenstahl am besten geeignet ist, anderseits zwischen den russischen Walzwerken als Folge von Mängeln in der Verteilung der Lieferungen kein Wettbewerb besteht, so hat sich der Schienenstahl der letzten Jahre von 1900 bis 1905 noch schlechter bewährt, als früher, zuweilen in so hohem Mafse, dafs jetzt ein Staatsausschufs eingesetzt ist, dessen Aufgabe die Zusammenstellung der technisch vollkommensten Abnahmevorschriften für Schienenstahl bildet.

Einen Beitrag zu dieser Arbeit bildet der folgende Aufsatz, der wegen seines besondern Zieles: eine Beziehung zwischen der Härte des Schienenstahles und dessen mechanischen Eigenschaften aufzustellen, auch für ausländische Bahnen beachtenswert sein kann.

*) Löwe, Der Schienenweg der Eisenbahnen, 1887, S. 89.

I. Die Herstellung der Schienen.

Der Schienenstahl widersteht den Betriebsbeanspruchungen bekanntlich am besten, wenn er gleichmäfsiges, dichtes, blasenfreies Gefüge besitzt, es mufs also ein Stahl von hinreichender Härte und Zähigkeit erstrebt werden, der auch die erforderliche Gleichmäfsigkeit in Zusammensetzung und Gefüge besitzt. Bei der Erzeugung von Flufsstahlschienen, wie sie überhaupt in Rufsland betrieben wird, ist es sehr schwer, diese Eigenschaften zu erzielen, besonders weil die meisten Walzwerke den Schienenstahl im Bessemer- oder Thomas-Verfahren in der Birne, nur wenige nach dem mehr Zeit erfordernden daher teuerern Martin-Siemens-Verfahren in Flammöfen erzeugen, obgleich das letztere in Betreff der Gleichmäfsigkeit und Zuverlässigkeit der Zusammensetzung das vollkommenere ist.

II. Lieferungs- und Abnahme-Vorschriften.

In der Annahme, dafs verhältnismäfsig weicher Stahl reiner herzustellen sei, als harter, und dafs in der Reinheit die beste Gewähr für gleichmäfsiges Verhalten gegenüber allen Betriebsbeanspruchungen und der vielgefürchteten Bruchgefahr liege, war man in Rufsland mit der auch als Härtenmafs geltenden Festigkeit R kg/qmm bis auf 60 kg/qmm herabgegangen, die Dehnung i % wurde zu mindestens 6 % festgesetzt und für die Summe aus der Festigkeit und der zweifachen Dehnung, also $R + 2i$ mindestens die Zahl 82 verlangt. Aufser Zerreifsversuchen sind aber auch Biege- und Schlag-Proben in allen Bedingungen der russischen Bahnen vorgeschrieben.

III. Abnutzung der Schienen.

Obwohl die Schienen der letzten Lieferungen von 1900 bis 1905 den Vorschriften genau entsprechen, zeigen sie doch sehr grofse und unregelmäfsige Abnutzung, welche namentlich die folgenden Mängel erzeugt:

1. Verdrücken des Kopfes nicht nur im Schienenstofse, sondern auch an anderen Stellen längst der Schiene. Stofslücken werden durch dieses Verdrücken sehr bald ausgefüllt. An manchen Stellen innerhalb der Schienen-



länge ist ein Verdrücken des Kopfes um 8 mm Höhe beobachtet.

2. Drückflecken in Form muldenartiger Vertiefungen in der Kopfoberfläche, die wahrscheinlich beim Einsinken der von Gasblasen herrührenden Hohlräume entstehen.
3. Schweifsfehler in Form von gröfseren Vertiefungen von 3 bis 4 mm Tiefe und bis 1 m Länge, welche unter dem Drucke der Räder entstehen, indem sich eingewalzte Schlackenteilchen, Futterteile aus der Bessemer-Birne oder unfertige und verbrannte Eisenteile im Kopfe der Schiene ablösen.
4. Blätterige Ablösungen bis zu zwölf Schichten.
5. Risse und sogar Hohlräume dem Querschnitte der Schiene nach als Folge mangelhaften Abschneidens der oberen Teile der Blöcke.
6. Krümmungen wegen mangelhaften Richtens und zuweilen sogar Kaltrichtens.

Das sind Fehler, die von ungleichmäfsiger Dichtigkeit, oder von fehlerhaftem Walzen zeugen. Sie alle sind in aufserordentlich ausgeprägter Weise in den jüngst für die Nicolai-Bahn St. Petersburg-Moskau und die Warschau-Bahn St. Petersburg-Warschau gewalzten 43 kg/m schweren Schienen mit hohen massigen Köpfen zu finden. Darnach sind aufser den schon bezeichneten Schweifsfehlern noch zu heifses Walzen für das Innere des Schienenkopfes und ungleiche Abkühlung festzustellen.

IV. Kann hohe Zugfestigkeit die Güte des Schienenstahles bedingen?

Nachdem sich das unregelmäfsige und fehlerhafte Abnutzen der Schienen in so nachdrücklicher Weise geäufsert hatte, trotzdem sie allen vorschriftsmäfsigen Proben genügten, entstand die Frage, ob hohe Zugfestigkeit die Güte des Schienenstahles zuverlässig verbürge, darauf ergab sich nach den folgenden Erörterungen eine verneinende Antwort:

Biege- und Schlag-Versuche ergeben fast immer genügende Beschaffenheit des Schienenstahles. Zerreifsversuche allein bilden aber nicht immer ein Mittel, über die Art des Stahles sichere Auskunft zu erhalten, besonders wenn sie mit Probestäben ausgeführt werden, die vorher keiner Schlagprobe unterworfen wurden. Das ist ganz begreiflich. Bei Biege- und Schlagproben wird die Schiene in ihrem vollen Querschnitte untersucht, bei Zerreifsversuchen hängt aber das Ergebnis in sehr hohem Mafse von allerlei anderen Umständen ab, so von örtlichen inneren Spannungen des Stoffes, von nicht ganz richtiger Einsetzung der Probestücke in die Zerreifsmaschine und von örtlichen Mängeln der Probestücke, so dafs sich Schienen, die die Zerreifsprobe gut bestanden hatten, im Betriebe doch als aufserordentlich schlecht erweisen konnten.

In Zusammenstellung I sind einige Zahlen angegeben, die diese Meinung bestätigen.

Zusammenstellung I.

Land und Bahn Rufsland	Walzwerk	Zugfestigkeit*) R kg/qmm	Dehnung*) i %	R + 2i*)	Bericht der Verwaltung über die Bewährung
Baltische Staatsbahn	Putiloff, Petersburg	62,0	17,1	96,2	„Eine sehr schlechte Schiene“
Kaiserin Katharina Staatsbahn .	Brjansk, Gouvernement Ekaterinoslaw	62,9	17,9	98,7	„Eine der schlechtesten Schienen“
„ „ „ .	Neurufsland, „ „	62,13	13,0	82,0	„Eine der schlechtesten Schienen“
Pleskau-Ribinsk-Gesellschaft . .	Putilow, Petersburg	66,2	23,6	113,4	„Der Schienenbruch verursachte eine Entgleisung“
Transkaukasische Staatsbahn .	Druschkower, Gouvernement Charkoff	70,4	16,4	103,2	„Risse, gefährliche Fugen“
Moskau-Windau-Gesellschaft . .	Bogoslowsche Ural-Walzwerke	82,3	11,1	104,5	„Platzte“

*) Die Werte sind im Kaiserlichen Materialprüfungslaboratorium im Institute der Wegekommunikationen ermittelt.

V. Steigt die Bruchgefahr mit der Härte des Schienenstahles?

In der Annahme, dafs weicher Stahl die beste Gewähr gegen Bruchgefahr gebe, ist man, wie in Rufsland, so auch in anderen Ländern*) zu weichem Stahl übergegangen. Indes ist sogar sehr harter Stahl nicht im mindesten gefährlich, wenn er von fremden Beimengungen, namentlich Phosphor, Kupfer und anderm frei ist. In dieser Beziehung kann das europäische und besonders das asiatische Rufsland sehr reichen Stoff liefern, sind doch hier einerseits die Witterungs-Verhältnisse, andererseits die örtlichen Eigentümlichkeiten besonders mannigfaltig. Wärme-Schwankungen von + 62° C im Sommer bis — 62° C im Winter, wie in Sibirien, zuweilen Wärmegefälle von mehr als 38°**) in weniger als 18 Stunden und massenhafte ganz riesige Frostbeulen*), sind sicherlich ernste Vorkommnisse, die im Schienenstahle aufserordentlich schädliche Spannungen erzeugen müssen. Dennoch halten sehr harte, aber gut gewalzte Schienen diese nachteiligen Verhältnisse sehr gut aus, zuweilen sogar viel besser, als Schienen aus weicherm Stahle, sie nutzen sich dabei viel weniger und regelmäfsiger ab, als die weichen.

Zu dieser Erkenntnis führte die eigene Erfahrung mit englischen Schienen der sibirischen Eisenbahn von 29,8 kg/m Gewicht, die im Jahre 1894 durch den bekannten englischen Kapitän Wiggins in die Jenisseï-Mündung gebracht und auf Booten bis nach der Stadt Krasnojarsk befördert wurden, wo sie auf 17 km Länge der sibirischen Bahn verlegt wurden. Diese Schienen aus sehr hartem Stahl haben sich bis jetzt vortrefflich bewährt. Auf der sibirischen Eisenbahn haben in den acht Jahren 1894 bis 1902 mehr als 9000 Schienenbrüche stattgefunden, von denen nur zwei Brüche auf die Wiggins-

*) „Der Eisenbahnbau der Gegenwart“ Blum, v. Borries und Barkhausen 1897, S. 156.

**) So erfolgte in Tomsk in Sibirien im Jahre 1902 im Dezember an einem Tage ein Sprung der Kälte von — 58° C am Morgen bis auf — 20° C am Abend.

*) Organ 1902, Bd. XXXIX, S. 110.



schen Schienen entfallen. Dieselbe Sicherheit gegen Bruch haben wir früher bei den 1870 bis 1875 auf der Moskau-Kursk- und Nicolai-Bahn verlegten, englischen, sehr harten Schienen mit Kohlenstoffgehalt bis 0,84 % von Wilson und Cammell gefunden.

Bei gewissenhafter Dienstverrichtung der Bahnwärter rufen die so gefürchteten Schienenbrüche, wenigstens in Rufsland nur sehr selten Entgleisungen hervor, da der Schienenbruch nur selten plötzlich unter den Rädern des darüberrollenden Zuges erfolgt. Anfänglich entsteht an der fehlerhaften Stelle der Schiene ein fadenförmiger Rifs, oder eine sichtbare unregelmäfsige Abnutzung, die bei sorgfältiger Beobachtung von den Bahnerhaltungs-Bediensteten leicht bemerkt werden können. Erst später, nachdem mehrere Züge über die schadhafte Stelle gegangen sind, entsteht der eigentliche Bruch. Somit kann also die Gefahr der Entgleisung rechtzeitig gehoben werden.

Aus der Statistik der Schienenbrüche in Rufsland sind die nachstehenden Folgerungen zu ziehen:

1. Auf der sibirischen Bahn haben in acht Jahren mehr als 9000 Schienenbrüche stattgefunden, die im ganzen nur acht Entgleisungen verursachten.
2. Auf der Moskau-Kursk Eisenbahn ist im Laufe von zehn Jahren auf 1725 Schienenbrüche nur eine Entgleisung gefallen.
3. Auf der Nicolai-Bahn, Petersburg-Moskau, sind in den letzten fünf Jahren 1374 Schienenbrüche erfolgt, die aber nur eine Entgleisung herbeigeführt haben, und von denen nur 4 % auf sehr harte Schienen fallen.

Die geringe Zahl der Entgleisungen hängt hauptsächlich von der verhältnismäfsig guten Einrichtung des Bahnwärterdienstes mit ziemlich hohen Belohnungen von 2 bis 3 M. im europäischen und 5 M. im asiatischen Rufsland für jede rechtzeitige Bruchmeldung her.

VI. Ergebnisse von Beobachtungen an Schienen, die sich in ganz gleichen Umständen befanden.

Die unter II bis IV angegebenen Ursachen und die Absicht, die Beobachtungen auf möglichst verschiedenartige Umstände zu beziehen, veranlafsten die Anlage einer Probestrecke mit Stahlschienen, auf der alle mafsgebenden Umstände, nämlich: 1. Steigung und Krümmung des Gleises, 2. Unterbau, 3. Bettung, 4. Bauart und Erhaltung des Oberbaues, 5. Schienenquerschnitt, 6. Fahrgeschwindigkeit, 7. Verkehrsbelastung für alle zu vergleichenden Schienen völlig gleich waren. Auf Veranlassung des Kaiserlichen Russischen Technischen Vereines in Petersburg wurde diese Probestrecke im Jahre 1889 im Waarengleise IV bei Km 10 der Nicolai-Bahn zwischen der Station Petersburg und Obouchowo eingerichtet. Dieses Gleis wird von allen von Moskau nach Petersburg gehenden Zügen befahren. 190 Schienen wurden von allen russischen Walzwerken in Längen von 5,19 m und 4,34 m geliefert, nämlich:

Vom Walzwerke	Fürst Beloselsky, Ural	40 Schienen
«	Demidoff, Ural	30 «
«	Brjansk, Gouvernement Orel	30 «
«	Putiloff, St. Petersburg	30 Schienen
«	Neurufsland Gouvernement Jekaterinoslaw	30 «
«	Hütte-Bankowa, Polen	30 «

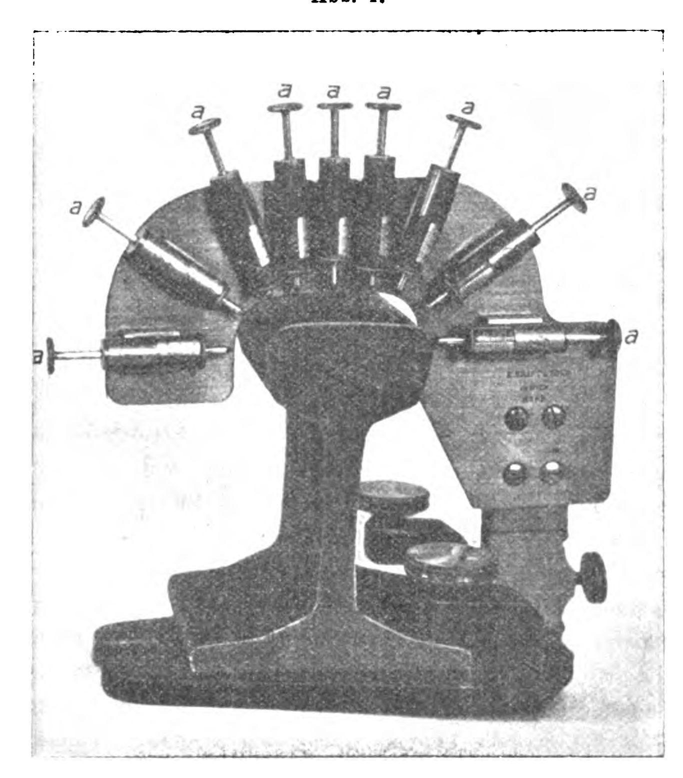
Die Verlegung der Schienen der Walzwerke:

Hütte Bankowa	erfolgte am	16.	November 1889
Neurufsland	« «	17.	« «
Putiloff	« «	18.	« «
Brjansk	« «	19.	« «
Demidoff	« «	20.	« «
Beloselsky	« «	21.	« «

Das Gewicht betrug 31,74 kg/m, alle Schienen bestanden aus Flufsstahl. Die Strecke ist gerade mit 1,5 ‰ Neigung, die Bettungsziffer ist auf $C = 4$ zu schätzen. Auf der Probestrecke wird nicht gebremst. Die Schienen wurden auf Holzquerschwellen mit schwebendem Stofse, gewöhnlichen Winkellaschen und eisernen Unterlagsplatten auf jeder Schwelle verlegt und mit flufseisernen Nägeln befestigt, sodann beziffert und an der Grenze jeder Schienenreihe ein Schild mit dem Namen des Walzwerkes angebracht.

Um eine sichere Angabe über den Verlauf der Abnutzung der Probeschienen zu ermitteln wurde zweimalige Messung im Jahre beschlossen, wobei die über die Strecke gerollte Bruttolast jedesmal festgestellt wurde. Zum Messen wurde der Schienenmesser von Kraft verwendet (Textabb. 1), an dessen

Abb. 1.



Nonien man die Abstände der neun Stifte a vom Kopfe der Schienen ablesen konnte.

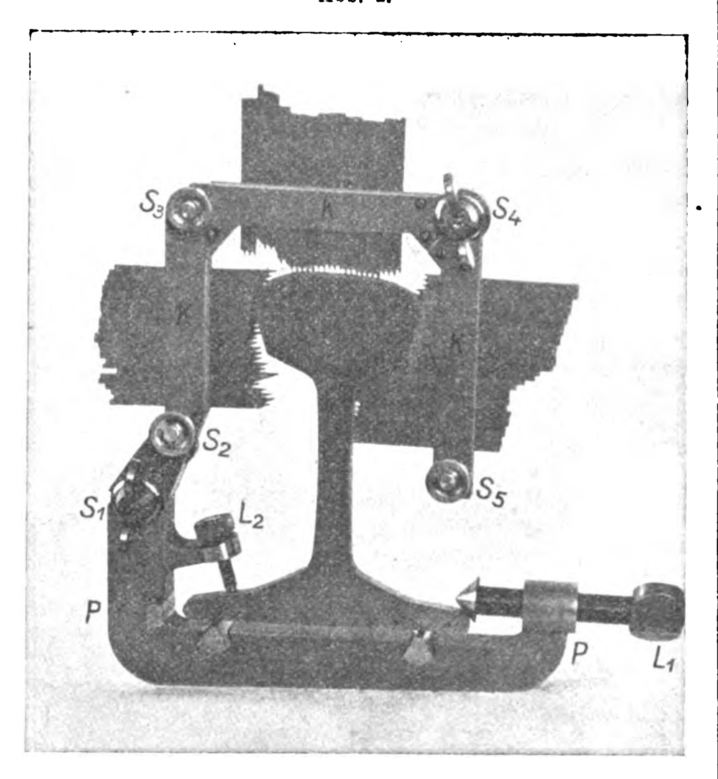
Leider war es nicht möglich, die anfangs beabsichtigten halbjährlichen Messungen vorzunehmen, man mufste sich vom Jahre 1889 bis zum Jahre 1903 mit nur drei Messungen begnügen. Die erste wurde im September 1890, die zweite

im Juni 1898, die dritte im August und September 1903 vorgenommen. Alle Abmessungen wurden in ein Buch eingetragen. Im Laufe dieser vierzehn Jahre wurden von den 190 Schienen nur drei ausgewechselt, zwei von Beloselsky und Demidoff wegen Bruches, die erste 1901, die zweite 1903, und eine wegen Entstehens eines Risses im Kopfe und im Fufse.

Beim Verarbeiten der Messungen veranlafsten uns einige auffallende Zahlen, eine neue Messung der ganzen Probestrecke im Juni 1904 vorzunehmen. Diese Messung wurde von uns mit Hilfe des Querschnittzeichners von Koslowsky durchgeführt.

Wie Textabb. 2 zeigt, besteht dieses Werkzeug aus

Abb. 2.



einer gelenkartigen Klemme K mit Unterlageplatte P, die mit fünf Schrauben s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 angezogen werden kann. In der Klemme sitzen verschiebliche Nadeln, die bei losen Schrauben s_1 s_2 s_4 s_5 an den Kopf der Schiene geschoben und dann durch Anziehen jener Schrauben festgestellt werden. Auf der Hinterseite jeder Nadel ist rechtwinklich zu ihr eine Spitze angebracht. Bei Gebrauch nimmt man das Werkzeug in die linke Hand, schraubt die Schrauben s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 los, drückt alle vier Gelenke nach oben zurück, schiebt die Unterlageplatte unter den Schienenfufs, befestigt die Unterlageplatte mit den Schrauben L_1 und L_2 am Schienenfufse, legt dann die vier Gelenke über die Schiene, prefst alle Nadeln heraus, bis sie sich dicht an den Schienenkopf anschmiegen, schraubt die Schrauben s_2 s_3 s_4 s_5 fest, L_1 und L_2 los und sticht den von den Nadeln vorgelegten Querschnitt in Papier ein, auf dem so die Gestalt der zu messenden Schiene wiedergegeben wird.

Die Messungen lieferten folgende Ergebnisse. Bei einer Bruttolast von 48 000 000 t, die im Laufe der 14,5 Probejahre über die Strecke gefahren sind, betrug:

A) Die gröfste Höhenabnutzung des Schienenkopfes 3,75 mm oder 0,079 mm für 1 Million t Bruttolast.

B) Die gröfste Seitenabnutzung des Schienenkopfes 2,25 mm oder 0,04 mm für eine Million t Bruttolast.

C) Die gröfste Seitenverdrückung des Schienenkopfes 3,5 mm oder 0,073 mm für 1 Millionen t Bruttolast.

Das sind Zahlen, die die zu erwartende Abnutzung nicht überschreiten.

D) Von allen 190 Schienen zeigen:

80,5 % eine Höhen-Abnutzung des Schienenkopfes von nicht über 0,052 mm für 1 Million t Bruttolast.

58,9 % eine Seitenabnutzung nicht über 0,02 mm für 1 Million t Bruttolast.

19 % keine Seiten-Abnutzung.

31,5 % keine Verdrückung.

54,7 % eine Seitenverdrückung nicht über 0,03 mm für 1 Million t Bruttolast.

E) Die chemische Zusammensetzung zeigte in den besseren Schienen mindestens 0,39 % C, höchstens 0,77 % C, in den schlechteren mindesten 0,28 % C, höchstens 0,52 % C.

F) Die Härteprobe nach Brinell gibt als eine gröfsere Härteziffer B = 219,75 und eine geringste B = 154.

Da diese Angaben die mechanischen Eigenschaften des Stahles nicht zweifelsfrei bestimmten, so wurden sie durch in nebenstehenden Zusammenstellungen II und III aufgeführten Ermittelungen ergänzt.

Zu diesen Werten ist folgendes zu bemerken. Die Schienen mit geringerer Abnutzung haben ein Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$ nicht unter 0,45, im Mittel 0,59, unter den Schienen gröfserer Abnutzungen finden sich aber auch solche mit $\alpha > 0,50$, das Mittel ist aber $\alpha = 0,50$.

Die schwankenden Ergebnisse beweisen aber wenigstens, dafs gute Schienen zwar stets ein hohes Verhältnis α besitzen, dafs aber das Vorhandensein eines solchen nicht immer die Güte der Schienen verbürgt.

Für die Schienen geringerer Abnutzung liegt die Elastizitätsgrenze R' zwischen 32,25 und 46,30 kg/qmm, für die stärker abgenutzten zwischen 23,90 und 37,90 kg/qmm. Es ist aber noch zu bemerken, dafs auch die mehr abgenutzten Schienen im ganzen Gutes geleistet haben.

Aus obigem ist also zu erkennen, dafs die Höhe der Elastizitätsgrenze an und für sich noch nicht als Mafs der Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit der Schiene zu betrachten ist. Da aber die Schienen im Gleise sehr hohen Spannungen bis 40 kg/qmm ausgesetzt sind und für die Schienen der Zusammenstellung III die Elastizitätsgrenze R' kleiner ist, als 40 kg/qmm, zugleich im Mittel kleiner, als für die Schienen der Zusammenstellung II, erscheint es begründet, in den Lieferungs-Bedingungen irgend welche untere Lage der Elastizitätsgrenze vorzuschreiben, da hohe Lage nach dem Vorstehenden eine allen guten Schienen gemeinsame Eigenschaft ist, und auf gute Beschaffenheit der Schienen schliefsen läfst.

Zusammenstellung II.

Schienen des Technischen Vereines mit geringer Abnutzung.

Nr. nach der Folge	Nr. des Technischen Vereines	Walzwerk	Chemische Zusammensetzung % C	Mn	Ph	Abnutzung für 1 Million t Bruttolast	Härte nach Brinell kg/qmm B	Festigkeit kg/qmm R	Güteziffer R + 2 i	Elastizitätsgrenze kg/qmm R	Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$	Bemerkungen
45	187	Demidoff	0,65	0,37	0,076	0,026	—	43,40	46,60	36,30	0,83	
46	172	"	—	—	—	0,036	—	65,60	74,60	37,50	0,57	
48	168	"	—	—	—	0,026	—	58,25	98,15	32,25	0,55	
49	182	"	0,63	0,39	0,075	0,042	—	57,90	60,20	37,45	0,64	
52	181	"	—	—	—	0,026	—	56,70	60,00	43,00	0,75	
57	171	"	0,51	0,41	0,073	0,021	—	61,95	72,85	40,85	0,66	
63	174	"	—	—	—	0,026	—	63,25	69,65	39,50	0,62	Mittleres Verhältnis
68	167	"	0,39	0,45	0,092	0,026	167,25	60,70	94,00	33,15	0,54	$\alpha = 0{,}59$
73	127	Brjansk	0,51	1,06	0,07	0,042	219,75	79,15	112,85	38,90	0,49	
74	129	"	—	—	—	0,021	—	77,95	106,65	44.65	0,57	
78	122	"	—	—	—	0,026	—	62,70	104,80	34,80	0,55	
80	109	"	0,47	0,63	0,06	0,042	209.75	74,50	110,00	39,05	0,52	
84	110	"	0,46	1,12	0,07	0,026	—	74,40	112,90	42,60	0,57	
85	128	"	—	—	—	0,026	—	82,50	108,60	46,30	0,56	
116	68	Putiloff	0,77	1,16	0,08	0,036	—	92,65	113,65	41,85	0,45	
178	158	Hütte Bankowa	—	—	—	0,042	—	78,75	108,55	40,30	0,51	

Zusammenstellung III.

Schienen des Technischen Vereines mit gröfserer Abnutzung.

Nr. nach der Folge	Nr. des Technischen Vereines	Walzwerk	C	Mn	Ph	Abnutzung für 1 Million t Bruttolast	Härte nach Brinell kg/qmm B	Festigkeit kg/qmm R	Güteziffer R + 2 i	Elastizitätsgrenze kg/qmm R	Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$	Bemerkungen
8	3	Beloselsky	0,32	0,39	0,08	0,073	156,00	56,50	98,10	23,90	0,42	
11	11	"	—	—	—	0,079	—	64,10	97,60	34,85	0,52	
16	13	"	—	—	—	0,079	—	56,10	100,30	28,80	0,51	
22	18	"	—	—	—	0,063	188,25	63,45	98,45	30,00	0,48	
29	21	"	0,28	0,13	0,06	0,063	—	53,00	98,20	27,20	0,51	Mittleres Verhältnis
30	8	"	—	—	—	0,063	154,00	53,95	85,35	30,10	0,55	$\alpha = 0{,}50$
131	88	Neurufsisch	—	—	—	0,063	—	72,85	106,95	37,80	0,52	
136	81	"	0,49	0,36	0,08	0,063	211,00	74,05	103,05	33,55	0,45	
139	80	"	—	—	—	0,063	—	66,90	109,10	36,95	0,55	
145	82	"	—	—	—	0,130	—	73,50	106,05	37,90	0,51	
157	73	"	0,44	0,82	0,115	0,073	—	66,39	103,65	35,10	0,53	
168	154	Hütte Bankowa	0,52	0,87	0,04	0,063	219,75	79,40	111,10	38,00	0,48	

VII. Beobachtungen an einigen Schienen der Nicolai-Bahn.

Die unter Nr. VI geschilderten Erfahrungen führten zur Untersuchung der Betriebsleistungen solcher Schienen, die tunlichst gleichen Verhältnissen ausgesetzt waren, und zwar von 90 Schienen, die der Schienenauswechselung der Hauptgleise der Nicolai-Bahn von 1904 entnommen waren und auf gerader wagerechter Strecke, oder in Steigungen unter 4,5 ‰ 13 bis 35 Jahre unter 33 bis 161 Millionen t Bruttolast gedient hatten. Die ausgewählten Schienen wurden in Petersburg auf ihren Gewichtsverlust untersucht, darauf ihre Querschnitte mittelst des Schienenmessers von Koslowsky aufgenommen. Sie stammten aus den in Zusammenstellung IV aufgeführten Walzwerken.

Zusammenstellung IV.

Nr.	Walzwerk	Bruttobelastung Millionen t
1	Demidoff	80
2	Brjansk	89
3	Putiloff	79
4	Neurufsisch	50
5	Wilson und Cammell	161
6	Charles Cammell	91
7	Guest	91
8	Dixon	34
9	John Brown	70
10	Schneider	40

Die Ergebnisse der Untersuchung dieser 90 Schienen bezüglich der Ortsbeschaffenheit, der Strecke, der Dauer ihres Dienstes, der Verminderung ihres Gewichtes und ihrer Abnutzung waren die für 25 besonders beachtenswerte Schienen in Zusammenstellung V aufgeführten. Daraus sind folgende Schlüsse zu ziehen.

Die gröfste Abnutzung aller 25 Schienen ist geringer, als die auf schwache Steigung zulässige Abnutzung von 0,05 bis 0,1 mm für 1 Million t Bruttolast.

Die gröfste Abnutzung der russischen Walzwerke Demidoff, Putiloff und Brjansk beträgt etwa die Hälfte der zulässigen Abnutzungen auf schwachen Steigungen für 1 Million t Bruttolast.

Zusammen

Nr.	Nr. der Schiene	Lage bei km	Walzwerk	Gewicht kg/m	Länge m	Gewicht der Schiene vor der Legung kg	Betriebsverhältnisse	Dienstdauer Jahre
1	8	205	Demidoff . . .	32,4	8,68	281,23	1891 verlegt. Gerade. Wagerecht. Mai 1904 wegen Übergang zu stärkeren Schienen von 43 kg/m aufgenommen. Regelmäfsige Abnutzung. Keine Spur von Verdrückung	13
2	13	205	„ . . .	32,4	8,68	281,23	„ „	13
3	16	205	„ . . .	32,4	8,68	281,23	„ „	13
4	43	205	Brjansk	32,4	10,85	351,18	1899 verlegt. Gerade. Neigung $i = 3^0/_{00}$. Mai 1904 wegen Übergang zu stärkeren Schienen von 43 kg/m aufgenommen. Gleichförmige Abnutzung. Keine Spur von Verdrückung	5
5	48	457	Putiloff	32,4	8,68	281,23	1888 verlegt. Gerade. Wagerecht. Wie Nr. 1	16
6	132	308	„	32,4	8,68	281,23	1880 verlegt. Gerade. Neigung $i = 2^0/_{00}$. Wie Nr. 1	24
7	75	464	Neurufsisch . .	32,4	8,68	281,23	1889 verlegt. Gerade. Neigung $i = 4,5^0/_{00}$. Wie Nr. 1	15
8	76	464	„ . .	32.4	8,68	281,23	1889 verlegt. Gerade. Neigung $i = 4,5^0/_{00}$. Mai 1904 wegen Übergang zu schwereren Schienen von 43 kg/m aufgenommen. Keine Spur von Verdrückung. Gleichförmige Abnutzung	15
9	18	354	Wilson u. Cammell	32,4	8,68	281,23	1875 verlegt. Gerade. Neigung $i = 1^0/_{00}$. Dieselbe Ursache der Aufnahme wie Nr. 8. Keine Spur von Verdrückung. Gleichförmige Abnutzung	29
10	19	354	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29
11	20	354	„ „	32.4	8,68	281,23	„ „	29
12	21	354	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29
13	35	352	„ „	32,4	8,68	281,23	1874 verlegt. Gerade. Neigung $i = 1,5^0/_{00}$. Wie Nr. 9	30
14	55	217	„ „	32,17	8,68	278,46	1875 verlegt. Gerade. Neigung $i = 2,5^0/_{00}$. Wie Nr. 9	29
15	57	217	„ „	32,17	8,68	278,46	„ „	29
16	58	217	„ „	32,17	8,68	278,46	„ „	29
17	101	75	Ch. Cammell . .	32,4	8,68	281,23	1879 verlegt. Gerade. Neigung $i = 2,5^0/_{00}$. Wie Nr. 1	25
18	123	302	„ „ . .	32,17	8,68	278,46	1874 verlegt. Gerade. Neigung $i = 3^0/_{00}$. Wie Nr. 1	30
19	23	354	Brown, Bayley und Dixon . . .	32,4	8,68	281,23	1875 verlegt. Gerade. Neigung $i = 1^0/_{00}$. Wie Nr. 1	29
20	24	354	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29
21	28	351	„ „	32,4	8 68	281,23	1876 verlegt. Gerade. Neigung $i = 2^0/_{00}$. Wie Nr 1	28
22	89	75	Creusot, Schneider	32,4	8,68	281,23	1875 verlegt. Gerade. Neigung $i = 3,5^0/_{00}$. Wie Nr. 1	29
23	90	75	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29
24	93	75	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29
24	94	75	„ „	32,4	8,68	281,23	„ „	29

Die gröfste Abnutzung der auf der Nicolai-Bahn verlegten ausländischen Schienen ist drei bis fünfmal kleiner als die zulässigen Abnutzungen auf schwachen Steigungen für 1 Million t Bruttolast.

Von den 90 Schienen haben 73 % keine Spur von Verdrückung; die Verdrückung der übrigen 27 % steigt nicht über 0,05 mm für 1 Million t Bruttolast.

Keine von den 90 Schienen hat eine Härteziffer nach Brinell unter 175.

Der Gehalt an C geht nicht unter 0,32 %, beträgt höchstens 0,84 %.

Aus den Werten der Zusammenstellung V ergeben sich insbesondere noch die folgenden Tatsachen.

Der gröfste Gewichts-Verlust der besten Schienen von 24 bis 30 Jahren Dienstdauer geht nicht über 9,5 kg oder 1,09 kg/m bei einer Bruttolast von 79 Millionen t (Nr. $^6/_{132}$), der kleinste Verlust für Schienen derselben Dienstdauer unter einer Bruttolast von 161 Millionen t beträgt 2,46 kg oder 0,28 kg/m (Nr. $^{14}/_{55}$).

Der gröfste Verlust der Schienen von 13 bis 24 Jahren Dienstdauer beträgt nicht über 9,02 kg oder 1,03 kg/m (Nr. $^7/_{75}$), der kleinste Gewichts-Verlust für Schienen derselben

stellung V.

Bruttolast, abgerundet Millionen t	Gewicht der aufgenommenen Schiene kg	Gewichtsverlust %	Festigkeit R kg/qmm	Elastizitätsgrenze R' kg/qmm	Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$	Gehalt an C %	Härteziffer nach Brinell B: Kopf oben	Kopf unten	Steg	Fufs	Gröfste Abnutzung: der Höhe mm	der Flanke mm	Seitenverdrükkung mm	Auf 1 Million t Bruttolast: Höhen-Abnutzung	Seiten-Abnutzung
80,11	280,09	0,4	59,9	31,2	0,52	0,42	175	167	160	160	1	0,75	—	0,013	0,009
80,11	278,46	0,9	67,4	36,5	0,54	0,44	224	207	188	179	0,75	0,75	—	0,009	0,009
80,11	276,82	1,5	58,3	33,69	0,58	0,45	179	175	167	163	0,75	0,75	—	0,009	0,009
33,54	346,11	1,4	66,6	39,8	0,60	0,58	229	207	207	212	0,25	1,5	—	0,007	0,045
52,56	278,95	0,8	80,0	43,0	0,54	0,49	242	248	229	235	0.125	1	—	0,002	0,019
79,80	279,42	3,4	60,54	30,59	0,51	0,53	197	179	153	188	1,5	1,5	—	0,019	0,019
50,78	271,91	3,3	84,13	45,54	0.54	0,56	255	270	248	255	0,75	0,75	—	0,015	0,015
50,78	274,69	2,3	72,7	36,8	0,51	0,77	229	229	218	218	1	1	—	0,02	0,02
34,90	272,3	3.1	70,09	39,02	0,55	0,50	213	218	207	229	2	0,75	—	0,057	0,021
34,90	276,82	1,5	73,3	37.4	0,51	0,52	224	218	212	224	2,5	1,5	—	0,071	0,042
34,90	276,49	1,6	—	—	—	0,77	197	188	179	188	2,25	1,25	—	0,064	0,036
34,90	276,82	1,5	64,6	31,80	0,49	0,47	207	197	179	207	1,25	1	—	0,036	0,028
35,70	271,91	3,3	—	—	—	0,52	197	197	188	197	1,25	0,75	—	0,035	0,021
161,17	276,00	0,9	74,1	48,4	0,65	0,84	277	294	285	285	1	1	—	0,006	0,006
161,17	276,82	0,6	47,44	39,31	0,82	0,63	212	207	197	207	1,25	1,25	—	0,007	0,007
161.17	276,82	0,6	63,7	32,7	0,51	0,30	175	175	183	197	1,75	0,25	—	0,01	0,0015
36,87	271,91	3.3	46,39	33,54	0,72	0,58	179	197	171	165	1,75	1,25	—	0,047	0,034
91,05	274,69	1,3	64,99	32,16	0,50	0,55	218	202	197	197	1	1,75	—	0,011	0,019
34,90	273,54	2,7	63,7	36,4	0,57	0,51	188	188	171	197	1,75	1,75	—	0,05	0,05
34,90	276,00	1,8	71,9	38,3	0,52	0,51	218	212	229	197	2,75	2	—	0,08	0,05
34,09	279,28	0,6	—	—	—	0,49	192	197	207	179	2	1	—	0,058	0,029
40,48	276,82	1,5	67,39	42,83	0,63	0,38	207	207	207	183	1,5	1,5	—	0,03	0,03
40,48	275,68	1,9	66,4	40,00	0,60	0,55	212	202	192	197	1,75	1,5	—	0,04	0,03
40,48	274,86	2.2	66,3	38,1	0,57	0,48	202	202	202	188	1,5	0,75	—	0,03	0,019
40,48	276,49	1,6	68,06	35,1	0,52	0,49	224	207	156	197	1,5	1,25	—	0,03	0,031

Dienstdauer höchstens 0,82 kg oder 0,094 kg/m bei einer Bruttolast von 80 Millionen (Nr. 1/8).

Die geringste Härte nach Brinell war 175.

Die kleinste Abnutzung von 0,002 bis 0,007 mm für 1 Million t Bruttolast zeigen diejenigen Schienen, deren Härte nicht geringer als 212 ist (Nr. 4/43, 5/48, 14/55, 15/57).

Die kleinste gleichmäfsige Abnutzung von 0,006 bis 0,009 mm zeigen diejenigen Schienen, deren Härte nicht geringer als 179 ist (Nr. 2/13, 3/16, 14/55, 15/57).

Die kleinste gleichförmige Abnutzung von 0,006 mm für 1 Million t Bruttolast zeigt die Schiene Nr. 14/55, die eine sehr hohe und dabei für den ganzen Querschnitt gleichmäfsige Härte von 294 hat. Diese Schiene gibt auch den kleinsten Gewichtsverlust bei einer Dienstdauer von 29 Jahren und einer Belastung von 161 Millionen t.

Das Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$ liegt für alle Schienen zwischen 0,50 und 0,82, ist also sehr hoch.

Das Verhältnis $\alpha = \frac{R'}{R}$ für die beste Schiene (Nr. 14/55) beträgt 0,82, liegt also aufserordentlich hoch.

Die Textabb. 3 zeigt den Unterschied zwischen der Härte

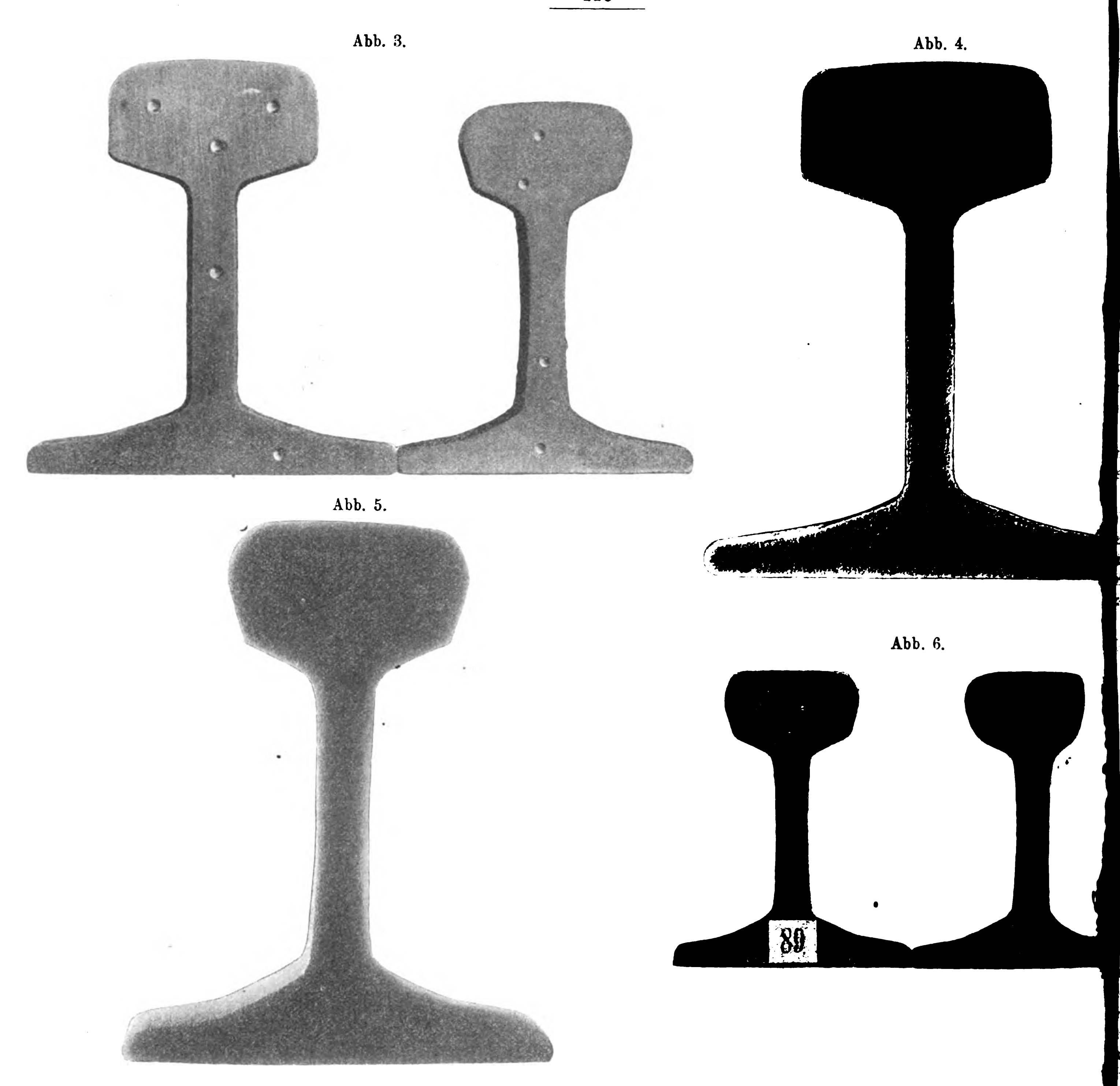


Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

197 nach Brinell der neuesten Schienen der Nicolai-Bahn mit 43 kg/m und der Härte 294 nach Brinell der Schiene Nr. $^{14}/_{55}$ von Wilson und Cammell mit 32,17 kg/m, Textabb. 4 und 5 lassen das Korn beider genannten Schienen erkennen, aus dem ihre wesentliche Verschiedenheit hervorgeht, Textabb. 6 das der Querschnitte der Schienen Nr. $^{28}/_{89}$ und Nr. $^{17}/_{101}$ der Zusammenstellung V.

VIII. Die wünschenswerte chemische und mechanische Beschaffenheit des besten Schienenstahles.

Wenn wir die besten Schienen der Zusammenstellungen II und V ins Auge fassen, nämlich

a)	Demidoff . .	Nr. 57/171	von den Schienen des Technischen Vereines,
b)	„ . .	„ 2/13	„ „ „ der Nicolai-Bahn,
c)	„ . .	„ 3/16	„ „ „ „ „
d)	Brjansk . .	„ 4/43	„ „ „ „ „
e)	Putiloff . .	„ 5/48	„ „ „ „ „
f)	Wilson und Cammell	„ 14/55	„ „ „ „ „
g)	„	„ 15/57	„ „ „ „ „

so ist es zu erkennen, dafs man auf befriedigende Bewährung von Schienen rechnen kann, die die Werte: Kohlenstoffgehalt C nicht unter 0,45 %, Härte B nicht unter 200 und $\alpha = \frac{R'}{R}$ nicht unter 0,50 haben.

Das übrige ist Sache der Herstellung und Bearbeitung

des Schienenstahles, namentlich der Wärme, bei der die Schiene durch die Walzen geht.

Durch sorgfältige Herstellungsverfahren kann man zweifellos gute Schienen mit geringerm Gehalte an C und niedrigeren Werten B und *a* erhalten, doch empfiehlt sich die Beachtung der mitgeteilten Ergebnisse hauptsächlich in Betreff der Höhe der Elastizitätsgrenze, die nach dem geführten Nachweise am ersten auf gleichmäfsiges und dauerhaftes Verhalten gegenüber allen Betriebsanspruchungen hoffen läfst.

Eine neue Einrichtung für ungleicharmige Drehbrücken.

Von **P. Joosting**, Brückeningenieur der Gesellschaft für den Betrieb der Niederländischen Staatseisenbahnen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel XXIV.

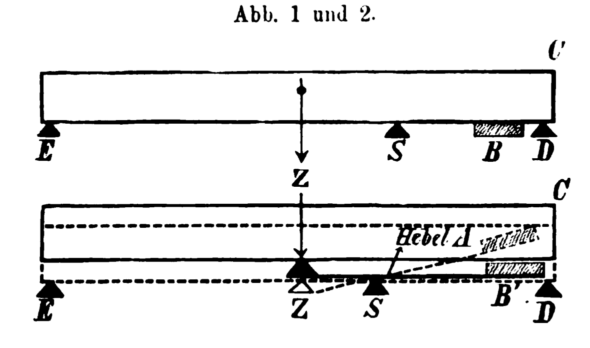
Im Laufe der Jahre sind viele Vorrichtungen ersonnen, welche den Drehbrücken eine feste Lage unter der Last geben sollen, nämlich mit Schraubenwinden, Keilen, Rollen. Später hat man die geschlossene Brücke, beispielsweise bei den Drehbrücken über den Kaiser Wilhelmkanal, auf feste Lager gelegt, sie mufs dann vor dem Öffnen abgehoben werden.

Man erzielt so den grofsen Vorteil sicherer Lage der Brücke beim Befahren, hat aber grofsen Arbeitsaufwand zu leisten, und mufs meist eine Prefswasser-Anlage zufügen.

Als Verfasser 1903 eine bei einem Eisenbahnunfall erheblich beschädigte Kranbrücke in eine kleine eingleisige, ungleicharmige Drehbrücke umzubauen hatte, hat er daher versucht, eine Einrichtung zu entwerfen, welche den oben bezeichneten Vorteil bietet; ohne die erwähnten Nachteile zu haben.

Ist Z der Schwerpunkt einer ungleicharmigen Drehbrücke (Textabb. 1 und 2), so mufs am Ende C des kurzen Armes

Abb. 1 und 2.



ein Gegengewicht B angebracht werden, damit die Brücke in Bezug auf den Drehzapfen S im Gleichgewichte sei. Wird die Brücke aber im Schwerpunkte Z auf das Ende des kurzen Armes eines Hebels A gelagert, welcher selbst auf dem Drehzapfen S ruht (Textabb. 2), so kann man das Gewicht der Brücke durch ein Gegengewicht B' am langen Hebelarme ausgleichen, welches bei Vernachlässigung des Hebelgewichtes ebenso grofs sein mufs wie B, in der Tat wegen des Hebelgewichtes etwas kleiner wird.

Das Gleichgewicht (Textabb. 2) wird nicht gestört, wenn man den Hebel neigt. Dabei wird keine Arbeit geleistet, der Drehzapfen S bleibt in seiner Höhe, das Gewicht B' wird gehoben und das Ende des kurzen Armes senkt sich mit der Brücke.

Die auf E und D in der in Textabb. 2 gestrichelten Lage ruhende Brücke kann durch Senken von B' in die Höhenlage gehoben werden, die das Ausdrehen auf S gestattet. Die dabei zu leistende Arbeit beschränkt sich auf die Überwindung der Reibung in der Bewegungsvorrichtung und auf die Massenbeschleunigung. ist also sehr gering im Vergleiche zu der Arbeit, welche bei den Prefswasser-Einrichtungen zum Heben des ganzen Brückengewichtes erforderlich ist.

Nach diesem Gedanken wurde die in Abb. 1 bis 8, Taf. XXIV dargestellte eingleisige Drehbrücke über die »Dubbele Wiericke« erbaut. I und II sind die Widerlager der alten Kranbrücke, II ist als Drehpfeiler für die neue Drehbrücke eingerichtet, III ist ein neues für das östliche Ende der Drehbrücke hergestelltes Auflager.

Die Hauptträger der Drehbrücke werden gebildet durch zwei breitflanschige Träger Nr. 65 B der Deutsch-Luxemburgischen Aktien-Gesellschaft für Stahlindustrie in Differdingen. Diese Träger sind an einigen Stellen mittels Querverbindungen gekuppelt, am östlichen Ende verbindet ein Querbalken von demselben Querschnitte Nr. 65 B die Hauptträger. Die Holzschwellen liegen unmittelbar auf den Hauptträgern.

Ungefähr in der Schwerpunktsebene der Brücke befindet sich eine Achse C, welche sich in unter den Hauptträgern befestigten Lagern K dreht und an der die kurzen Arme des zwischen den Hauptträgern gelagerten Hebels A angreifen. Der Hebel A besteht aus zwei mittels einiger ⊓-Eisen gekuppelten Differdinger Trägern Nr. 24 B. Die Aufhängung des Hebels an dem Drehzapfen ist aus Abb. 5 und 8, Taf. XXIV ersichtlich. Auf dem Drehzapfen ruht die Tragplatte X (Abb. 5, Taf. XXIV), an der die beiden Tragbolzen H aufgehängt sind, die an ihren unteren Enden flach ausgeschmiedet und jeder mit einem länglichen Loche versehen sind (Abb. 8, Taf. XXIV). Wagerechte Bolzen I verbinden die Tragbolzen mit unter zwei ⊔-Eisenkuppelungen F zwischen den beiden Trägern des Hebels befestigten Winkeleisen G (Abb. 5 und 8, Taf. XXIV).

Am Ende des langen Armes des Hebels sind die Gegengewichte B von 3800 kg befestigt. Wegen der Kleinheit dieses Gewichtes konnte die Vorrichtung zum Auf- und Abwärtsbewegen einfach sein. Im Querbalken Nr. 65 B am östlichen Brückenende ist eine Schraubenspindel L (Abb. 1 und 7, Taf. XXIV) angeordnet, auf der sich die Mutter M (Abb. 6 und 7, Taf. XXIV) auf- und abwärts bewegen kann. Die Mutter M gleitet dabei am Stege des Querbalkens R entlang. Durch die beiden in der Mutter M befestigten wagerechten Schrauben wird der lange Arm des Hebels A gezwungen, den Bewegungen der Mutter auf- und abwärts zu folgen.

In dem in Abb. 1, Taf. XXIV angegebenen Stande liegt die Brücke bei N und O auf ihren festen Lagern und über den Auflagern P auf dem Drehpfeiler nur 0,5 mm frei, sodafs sie bei Belastung auf drei Stützen ruht. Wird die Mutter abwärts bewegt bis in den Stand, der in Abb. 7, Taf. XXIV gestrichelt angegeben ist, so wird die ganze Brücke um reichlich 80 mm gehoben. Beim Ausdrehen ist dann nur ein Spielraum von 60 mm zwischen Unterkante Hauptträger und Oberkante der 20 mm hohen Ränder der Auflager. Dieser Spielraum ist nicht grofs genug, um Vorrichtungen zur Verhütung von Schwingungen der Brücke beim Drehen überflüssig erscheinen zu lassen.

Darum sind am Drehzapfen zwei Bunde Q und Q' (Abb. 5, Taf. XXIV) und an den Querverbindungen der Hauptträger zwei Führungen aus Lagermetall T und T' angebracht, welche sich nach oben kegelförmig erweitern. Liegt die Brücke auf

ihren Auflagern, so befinden sich die Führungen T und T' unter den Bunden Q und Q', die Hauptträger sind also vollständig frei vom Drehzapfen (Abb. 1, Taf. XXIV). Ist die Brücke aber in ihrem höchsten Stande, dann umschliefsen die Führungen T und T' genau die Bunde Q und Q' und verhindern jede Schwingung.

Wenn die Hauptträger nach dem Herunterlassen der Brücke bei N und O auf den Auflagern ruhen, wird die Schraubenspindel noch einmal umgedreht und so das Gegengewicht noch etwas weiter gehoben. Hierdurch werden die Bolzen I in den länglichen Löchern in den Tragbolzen H (Abb. 5, Taf. XXIV) gehoben und der Drehzapfen vollständig entlastet, wodurch dem Schleudern des Gewichtes beim Befahren der Brücke vorgebeugt wird.

Selbstverständlich ist diese Anordnung auch für gröfsere und zweigleisige Brücken geeignet. Die Arbeit für das Heben und Senken der Brücke wird auch dabei noch sehr gering sein; gröfser wird aber die Arbeit für das Heben des Gewichtes, wenn die Brücke schon auf den Auflagern ruht, daher wird es sich vielleicht empfehlen, eine zweifache Bewegungsvorrichtung für den Hebel anzuordnen, und zwar eine schnellwirkende zum Heben und Senken der Brücke und eine langsam wirkende für das Heben des Gewichtes, wenn die Hauptträger schon auf den Auflagern liegen.

Auch wird sich die oben beschriebene Vorrichtung zum Verhindern der Schwingungen beim Drehen vielleicht für gröfsere Brücken nicht eignen. Man könnte dann statt ihrer an dem Gegengewichte zwei Laufräder befestigen, welche, sobald die Brücke gehoben, also das Gewicht gesenkt ist, auf einer kreisförmig gebogenen Schiene ruhen. Beim Ausdrehen wird die Brücke dann vom Drehzapfen und den beiden Laufrädern getragen.

Über den Bau der neuen Brücke über die »Dubbele Wiericke« kann noch folgendes mitgeteilt werden: Am 3. April 1903 wurde der Entwurf vom Herrn Minister genehmigt. Sofort wurde mit dem Einrammen der Pfähle für das neue Auflager angefangen, welche Arbeit mehrfach unterbrochen werden mufste, weil der Verkehr auf dem an der Stelle der neuen Brücke liegenden Gleise nicht gestört werden durfte. Dennoch wurde schon in der Nacht vom 5. auf den 6. Juli 1903 die neue Brücke an ihrer Stelle gelegt und, nachdem sie während zwei Wochen als feste Brücke befahren worden war, seit dem 20. Juli, also ungefähr 3,5 Monate nach der Genehmigung des Entwurfes, regelmäfsig ausgedreht.

Die Brücke ist nun 2,5 Jahre im Betriebe und wirkt zu voller Zufriedenheit.

Der ganze Umbau hat nur rund 8700 M. gekostet, die neue Einrichtung dürfte sich also auch wegen der geringen Kosten empfehlen.

Dafs diese Einrichtung in Holland anfängt, sich einzubürgern, geht daraus hervor, dafs 1904 und 1905 drei Brücken für Dampf-Strafsenbahnverkehr und eine für Dampf-Strafsenbahn- und Strafsen-Verkehr gebaut wurden, und dafs eine Brücke für die Schmalspurbahn in Surinam, Süd-Amerika, ausgeführt ist.

Ferner sind noch entworfen: eine eingleisige und eine zweigleisige Brücke für Hauptbahn-Verkehr der Staatsbahnen und eine für Dampf-Strafsenbahn- und Strafsen-Verkehr; der erstgenannte Entwurf ist bereits vom Ministerium genehmigt.

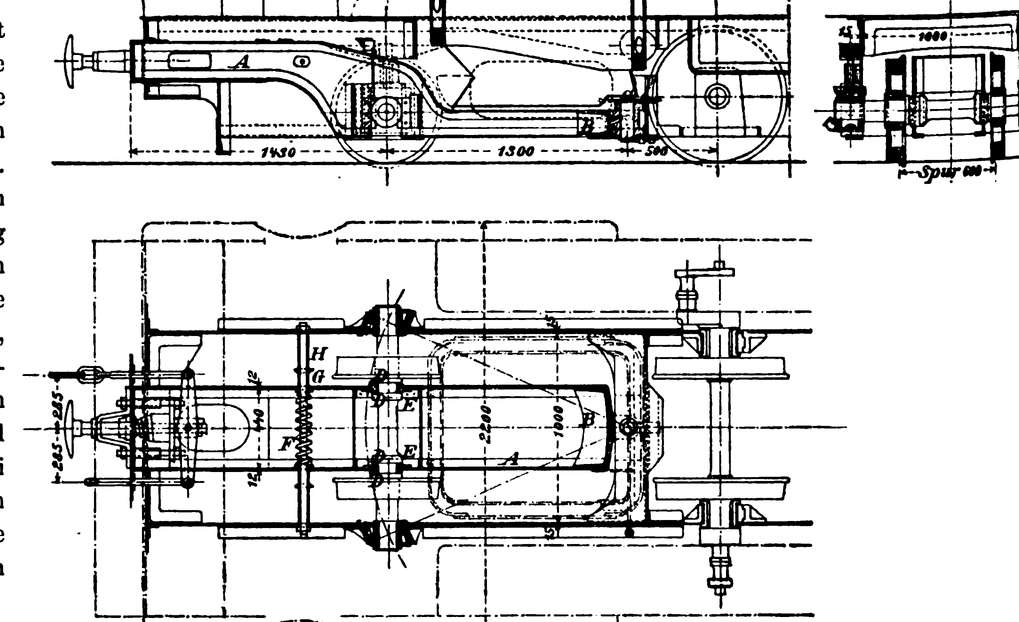
Neue Zug- und Stofs-Vorrichtung für Lokomotiven mit einstellbarer hinterer Laufachse.

Von **Hahne**, Oberingenieur in Cassel.

Die Lokomotiv-Bauanstalt Henschel und Sohn in Cassel bringt seit einiger Zeit eine ihr patentierte Zug- und Stofs-Vorrichtung zur Anwendung, die sich hauptsächlich für Lokomotiven von schmalspurigen Kleinbahnen mit scharfen Krümmungen eignet. Ein die Kuppelung tragendes Gestell steht mit der einstellbaren hintern Laufachse so in Verbindung, dafs es die seitlichen Bewegungen der letztern gegen den Hauptrahmen mitmacht. Dadurch wird erreicht, dafs sich die Zug- und Stofs-Vorrichtung beim Einstellen der Achse in Krümmungen annähernd in die Richtung der Gleisachse einstellt, und der von der Lokomotive ausgeübte Zug und Stofs in derselben Richtung erfolgt. Die Stofs- und Zug-Wirkungen werden hierbei nicht auf die Endachse, sondern möglichst nahe der Triebachse unmittelbar auf den Hauptrahmen übertragen.

Textabb. 1 bis 3 zeigen die Vorrichtung im Längsschnitte, im Grundrisse und in einem durch die Laufachse gelegten Querschnitte.

Abb. 1 bis 3.



Innerhalb des Hauptrahmens ist ein Gestell A angeordnet, das an seinem vordern Ende mittels eines für Gelenkwirkung ausgebildeten Verbindungstückes B zwischen entsprechenden Rahmenversteifungsplatten um den Bolzen C drehbar, am hintern, die Zug- und Stofs-Vorrichtung tragenden Ende in der Stirnwand des Hauptgestelles seitlich verschiebbar gelagert ist. Die in dem Hauptrahmen nach dem Mittelpunkte und seitlich verstellbare Endachse erhält vier Bunde D, zwischen denen sich mit etwas Spiel in der Längsrichtung die am Gestelle A befestigten Gleitbacken E befinden. Bei seitlichen Ausweichungen der Endachse in Krümmungen nehmen die Bunde D mittels der Gleitbacken E das Gestell A mit und stellen dieses mit der Zug- und Stofs-Vorrichtung um den Drehpunkt der Endachse ein, wodurch die Stofs- und Zug-Kräfte annähernd genau in der Richtung der Gleisachse auf den Hauptrahmen übertragen und die seitlich auf Drehung der Lokomotive wirkenden Kräfte wegen der Lage des Angriffspunktes nahe an der Triebachse bedeutend vermindert werden.

Das ganze Gewicht des Kuppelungsgestelles ruht im Hauptrahmen und wird in Verbindung mit diesem in der üblichen Weise federnd auf die Laufachse übertragen.

Um bei der Fahrt in der Geraden sowohl die Zug- und Stofs-Vorrichtung als auch die Laufachse in der Mittelstellung zu erhalten und ruhigen Gang des Fahrzeuges zu erzielen, ist eine federnde Rückstellvorrichtung F angeordnet, die durch die Scheiben G und Hülsen H gleichzeitig auch als Begrenzung für den seitlichen Ausschlag der Laufachse dient.

Fährt die Lokomotive vorwärts, so stellt beim Einlaufen in Krümmungen aufser der Laufachse auch der angehängte Wagenzug das Kuppelungsgestell stets der Krümmungsrichtung entsprechend ein. Beim Rückwärtsfahren erfolgt die Einstellung lediglich durch die Laufachse.

Zum Schmieren der Backen und Bunde sind auf dem Gestelle zwei Schmiergefäfse angeordnet, die vom Führerstande aus durch eine im Trittbleche vorgesehene Klappe bedient werden können.

Diese Zug- und Stofs-Vorrichtung wurde zuerst im Jahre 1903 bei einer gröfsern Anzahl 3/4 gekuppelter Tender-Lokomotiven von 23 t Dienstgewicht und 600^{mm} Spur für die Otavi-Bahn in Südwest-Afrika, die von Arthur Koppel in Berlin erbaut wird, verwendet; sie hat sich im Betriebe auf das beste bewährt. Ihre Einstellung erfolgt bei jeder Fahrrichtung gleich gut und sicher, und der Gang der Lokomotive ist selbst bei gröfseren Geschwindigkeiten aufserordentlich ruhig.

Ladelehre für nach Italien übergehende Eisenbahnwagen.

Von **F. Zimmermann,** Oberingenieur in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 14 auf Tafel XXVI.

Vor einigen Jahren wurden seitens der italienischen Mittelmeerbahn von den über den Gotthard kommenden Güterwagen mehrere wegen zu grofser Breite in Chiasso zurückgewiesen. Natürlich hielt sich dann die Gotthardbahn an ihre Nachbarbahnen, welche ihr solche Wagen zuführten.

Für den Übergang von deutschen Personenwagen nach Italien erliefsen die italienischen Eisenbahngesellschaften bestimmte Anordnungen und gaben auch ein Verzeichnis der fremden Personenwagen heraus, die auf ihren Linien zugelassen sind. Erhebungen, wie die Messung der Güterwagen in Chiasso ausgeführt wurde, ergaben, dafs dort mittels Latte und Lot die breiteste Stelle der Güterwagen gemessen wurde, unabhängig davon, ob die Wagenkastenmitte zur Bahnachse etwas verschoben war oder nicht.

Um nun sicher zu gehen, dafs die Güterwagen, welche über die badische Bahn nach Italien zu laufen bestimmt sind, in Chiasso nicht zurückgewiesen werden, wurden in Basel und Konstanz, neuerdings auch in Mannheim, besonders gebaute Ladelehren aufgestellt.

Auch die Hauptwerkstätte Karlsruhe hat zur Feststellung, welche badischen Güterwagen nach Italien übergehen dürfen, eine solche Ladelehre in ihrem Werkstättenhofe errichtet.

Die Bauart lehnt sich an die Bauart der sonst allgemein bei der badischen Bahn verwendeten Ladelehre mit drehbaren Flügeln für die Lademafse I und II an (Abb. 12 bis 14, Taf. XXVI).

Die Teile, welche die Umgrenzungslinie des Lademafses geben, wurden aber bei der italienischen Ladelehre nicht mehr als drehbare Flügel, sondern als Schieblehren ausgebildet, die mit Rollen an den oberen Querbalken des Gerüstes aufgehängt sind und in der Querrichtung verschoben werden. An jeder Schieblehrenhälfte ist auf der äufsern Seite ein abnehmbarer Mafshebel angebracht, der mit einer Einteilung versehen ist.

Werden die Hebel der beiden Lehrenhälften mit der Nullstellung — Zahl 3,1 — auf eine Marke am Gerüste eingestellt, so beträgt der Abstand zwischen den Lehren 3,1^{m}, d. i. die Breite des italienischen Querschnittsmafses nach Blatt XX des Verzeichnisses der zulässigen gröfsten Achsstände, Raddrücke und Querschnittsmafse der Wagen.

Da für die Anwendung der italienischen Begrenzungslinie ähnliche Bestimmungen für die Einschränkung der Breitenmafse der Wagen mit Rücksicht auf Bahnkrümmungen bestehen wie in den T. V. 122, so soll die Ladelehre auch die zulässige Breite der Wagen und Ladungen bei einem bestimmten Achsstande oder einem gegebenen Abstande der Drehschemelmitten, sowie bei dem vorhandenen Überhange durch Anlegen der Hebel an die Marke ergeben.

Auf der einen Seite der Mafshebel befindet sich eine Teilung, welche für die Wagen gilt, und auf der andern Seite eine, welche zur Messung der zulässigen Breite für Ladungen, Eisenkonstruktionen, Langholz, auf Wagen mit Drehschemeln bestimmt ist.

Die Einteilung gibt in der Längsrichtung die Mafse für den Achsstand oder Drehzapfenabstand und in der Höhenrichtung die Mafse für den Überhang an (Abb. 9 und 11, Taf. XXVI). Der Achsstand oder Drehzapfenabstand kann an der Wagenanschrift abgelesen, mit dem Mafsstabe oder mittels Entfer-

nungszeichen von je 1 m auf dem Boden, der Überhang mufs mit dem Mafsstabe gemessen werden.

Für die innerhalb der Endachsen oder der Drehgestelle liegenden Teile der Wagen oder Ladungen werden die Hebel auf die Achsstandsmarken und den Überhang 0 eingestellt. Wenn diese Griffe einem Wagenmeister oder Arbeiter gezeigt sind, ist er in der Lage, ohne Rechnung die richtige Lage der Schieblehren einzustellen.

Beispiel. A. (Textabb. 1, Abb. 8, Taf. XXVI.)

Ein vierachsiger Personenwagen mit 12 m Drehzapfenabstand und 2,75 m Überhang soll auf die zulässige Breite nachgemessen werden.

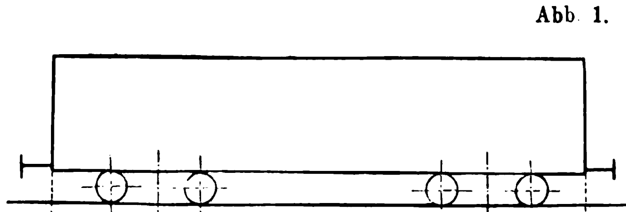
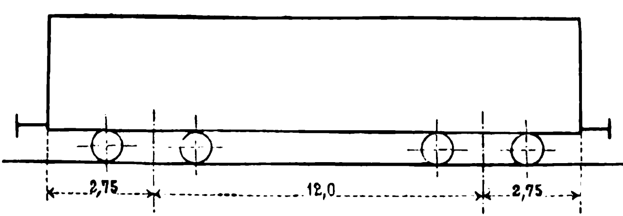
a) Breite des Wagens zwischen den Drehzapfen. Die Mafshebel werden auf die senkrechten Linien mit der Zahl 12 auf die Marke am Gerüste eingestellt.

Der Wagen darf dann zwischen den Drehzapfen 2,99 m breit sein, wie auf dem Hebel abgemessen werden kann.

Die Einschränkung ist nach Liste A, S. 216 der Normen für die Anwendung der italienischen Begrenzungslinie auf beiden Seiten 55 mm. Der Wagen darf also zwischen den Drehgestellen $3,1 - 2 \times 0,055 = 2,99$ m breit sein.

b) Breite des Wagens am Kastenende. Die Mefshebel werden mit dem Schnittpunkte der schrägen Linie 12 und der wagrechten Linie des Überhanges 2,75 m auf die Gerüstmarke eingestellt. Dann ergibt sich die zulässige Breite zu 2,964 m.

Abb. 1.

Die Einschränkung ist nach Liste A, S. 216 der Normen für die Anwendung der italienischen Begrenzungslinie auf beiden Seiten 68 mm. Die Breite des Wagens am Ende 2,75 m, aufserhalb des Drehpunktes des Untergestelles $3,1 - 2 \times 0,068 = 2,964$ m.

Die Einschränkung beträgt auf jeder Seite 0,16 m.

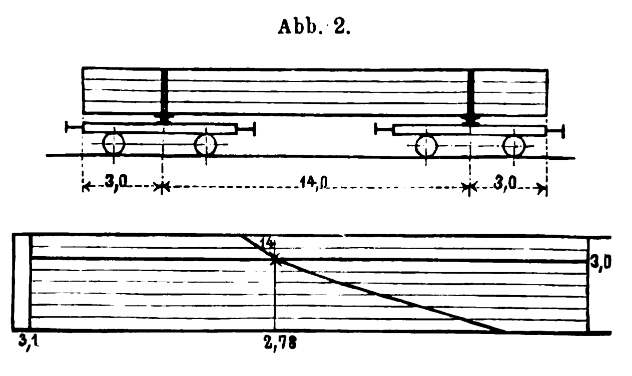
Die Breite der Ladung am Mefshebel wird zu $3,1 - 2 \times 0,16 = 2,78$ m abgelesen.

In derselben Weise wird bei der Breitenmessung von Ladungen verfahren, nur mufs die andere Seite des Mefshebels benutzt werden.

Beispiel. B. (Textabb. 2, Abb. 10, Taf. XXVI.)

Eine Langholzladung auf zwei Wagen mit Drehschemeln soll auf die zulässige Breite geprüft werden.

Abb. 2.



Der Drehschemelabstand wird mit dem Mafsstabe zu 14 m und die Überragung zu 3 m gemessen.

Der Schnittpunkt der schrägen Linie 14 mit der wagerechten Linie 3 des Überhanges des Mefshebels wird auf die Gerüstmarke eingestellt.

Das Verschieben der Güterwagen unter die Ladelehre ist manchmal unangenehm. Man wird also in den meisten Fällen die Breite der Güterwagen mit dem Mafsstabe abmessen und die in den Listen A und B angegebenen Einschränkungen feststellen. In Zweifelsfällen, namentlich auch zur Messung des obern Teiles einer Ladung, leistet die Ladelehre gute Dienste.

Besonders ist sie gut verwendbar bei den Gleisanlagen von Werkstätten, um die Personenwagen auf die richtige Breite des Überhanges zu prüfen, was ja mit der Ladelehre sehr einfach geschehen kann.

Werden an den Schiebelehren Mefshebel mit einer Einteilung angebracht, welche den in den T. V. 122 angegebenen Zahlen für die Einschränkungen entspricht, so können mit der Ladelehre auch die Breitenmafse der Wagen für die Linien des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen festgestellt werden.

Auf der einen Seite des Mefshebels müssen die Breitenmafse für Wagen mit steifen Achsen oder Vereinslenkachsen, auf der andern für Wagen oder Ladungen auf Wagen mit Drehgestellen mit Achsständen bis 2,5 m angebracht werden (Abb. 11, Taf. XXVI).

Die Mefshebel werden, wenn alle in den T. V. 122 angegebenen Zahlen bis zur Entfernung der Drehzapfen der Drehgestelle von 36 m aufgetragen werden, ziemlich lang.

Auch ist die Ablesung nicht so leicht, wie bei den Mefshebeln für die italienischen Ladelehren, da sich die Linien für die Einschränkungen zwischen den Endachsen und über die Endachsen hinaus überschneiden.

Internationaler Materialprüfungskongrefs in Brüssel 1906.

Der »Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik« wird, wie bereits kurz mitgeteilt,*) seinen diesjährigen IV. Kongrefs in der Zeit vom 3. bis 8. September in Brüssel, im Gebäude der Königlichen Akademie der Wissenschaften abhalten. Seine Majestät der König von Belgien hat das Protektorat über den Kongrefs zu übernehmen geruht, während Seine Königliche Hoheit Prinz Albert von Belgien, ferner der Finanz-, der Eisenbahn-, der Kriegs- und der Handelsminister das Amt als Ehrenpräsidenten übernommen haben. Die zahlreichen technischen Fragen, die zur Behandlung kommen, die Ausflüge im gewerbefleifsigen Belgien und sonstige Veranstaltungen lassen für den Kongrefs im gastfreundlichen Brüssel eine rege Beteiligung und einen schönen Erfolg erhoffen.

*) Organ 1906, S. 101.

Nachrufe.

† August Christian Justus Gabriel Pagenstecher und Ernst Lorenz August Franz Hoffmann.

Kurz nacheinander wurden zwei ehemalige maschinentechnische Mitglieder der General-Direktion der Königlich Sächsischen Staatseisenbahnen, die Geheimen Bauräte Pagenstecher und Hoffmann, vom Tode hinweggerafft, die beide lange Jahre in verdienstvoller Weise das sächsische Eisenbahnwesen förderten, und erst vor einigen Jahren in den Ruhestand traten.

Pagenstecher, geboren am 4. Juni 1834 in Osnabrück, legte im Jahre 1855 die Prüfung für den höhern technischen Staatsdienst in Hannover ab, ging im Oktober 1856 zur Hannoverschen Staatseisenbahn und am 1. Januar 1868 als Maschinenmeister in den Dienst der Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Gesellschaft in Leipzig.

Hier übernahm er später die Stellung des Maschinendirektors und trat im Jahre 1876 beim Ankaufe der Leipzig-Dresdener Eisenbahn durch den Staat mit dem Titel eines Maschinen-Oberinspektors als Vorstand der Maschinen-Oberinspektion in die Verwaltung der Königlich sächsischen Staatseisenbahnen ein. Nach späterer Ernennung zum Baurate und Maschinendirektor für den Maschinenbetriebsdienst erfolgte im Jahre 1896 sein Eintritt in die Generaldirektion als Finanz- und Baurat und Referent für den Maschinenbetriebsdienst. Dieses Referat behielt er als Oberbaurat und Geheimer Baurat bis zu seinem am 1. April 1902 erfolgten Übertritte in den Ruhestand.

Ein sich mehr und mehr steigerndes Herzleiden führte am 16. März 1906 sein arbeits- und erfolgreiches Leben rasch zu Ende.

An Ordensauszeichnungen besafs Geheimer Baurat Pagenstecher das Ritterkreuz IV. Klasse des Königlich preufsischen Roten Adlerordens und die Ritterkreuze I. Klasse des Königlich sächsischen Albrechtordens und des Königlich sächsischen Verdienstordens.

Pagenstecher vertrat seine Verwaltung im Technischen Ausschusse des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen vorübergehend seit 1886, regelmäfsig von Dezember 1898 bis November 1901; bei den Mitgliedern des Ausschusses genofs der Verstorbene durch sein sachliches und verbindliches Auftreten hohe Wertschätzung.

Auch von allen, die den Heimgegangenen in seiner amtlichen Tätigkeit, seinem gründlichen Wissen, seinem hochehrenwerten Charakter und seinem liebenswerten freundlichen Wesen kennen lernten, wird ihm ein bleibendes ehrendes Andenken bewahrt bleiben.

Hoffmann, geboren am 26. November 1836 in Darmstadt, besuchte nach dreijähriger praktischer Ausbildung die höhere Gewerbeschule in Darmstadt, studierte unter Redtenbacher in Karlsruhe und trat sodann als Werkführer bei der Main-Neckar-Bahn ein. Nachdem er einen neunmonatigen Urlaub zu Fachstudien in englischen Werkstätten verwendet hatte, unterwarf er sich im Jahre 1869 der Grofsherzoglich hessischen Prüfung für Maschinenmeister.

Nach nahezu zwölfjähriger Tätigkeit im Werkstättendienste der Main-Nekar-Bahn trat Hoffmann im Jahre 1872 in den sächsischen Staatsdienst, zunächst als Maschinenmeister und Vorstand der Werkstätten Dresden, wurde im Jahre 1877 zum zweiten, im Jahre 1887 zum ersten Obermaschinenmeister bei der Maschinen-Hauptverwaltung in Chemnitz und im Jahre 1892 zum Baurate ernannt; 1896 erfolgte seine Beförderung zum Maschinendirektor für Maschinenbetriebsdienst und 1899 sein Übertritt als Finanz- und Baurat und Referent für das Wagenwesen in die Königliche General-Direktion. 1901 wurde er zum Oberbaurate und später zum Geheimen Baurate ernannt; sein Übertritt in den Ruhestand erfolgte im Sommer 1904.

Auch Hoffmann litt längere Jahre an einem Herzleiden, von dem er am 19. März 1906 Erlösung fand.

Hoffmann wurde durch Verleihung des Ritterkreuzes III. Klasse des Königlich preufsischen Kronenordens, sowie der Ritterkreuze I. Klasse des Königlich sächsischen Albrechtordens und des Königlich sächsischen Verdienstordens ausgezeichnet.

Durch seine gründlichen Fachkenntnisse und seine erfolgreichen Studien über den Lauf der Fahrzeuge im gekrümmten Gleise und die hieraus hervorgegangenen sächsischen Wagenbauweisen auch in weiteren Fachkreisen bekannt geworden, wird er allen, die mit ihm in näherm Verkehre gestanden haben, durch seine Biederkeit und Liebenswürdigkeit, verbunden mit einem erfrischenden Humor, unvergefslich bleiben.

Kl.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Der Detroit-Tunnel.

(The Railroad Gazette 1906, Februar, Band XL, S. 184.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 18 auf Tafel XXIV.

Einer der Entwürfe für den Detroit-Tunnel sieht Schildvortrieb vor, die beiden Rohre haben einen Mittenabstand von 9,22 m. Sie bestehen aus gufseisernen Ringen von 6,78 m äufserm Durchmesser und einer innern 61 cm starken Betonschale. Die gufseiserne Schale wird aus Flanschenringstücken von 0,76 m Breite und 38 mm Stärke hergestellt. Jeder Ring wird aus elf Stücken und einem Scheitel-Schlufsstücke zusammengesetzt. In jedem Teile sind Löcher vorgesehen, um die Aufsenseite der Schale mit einer dünnen Zementschicht umgeben zu können.

Die an jedem Ende von den Schächten nach den Toren führenden Zufahrtrohre werden in ausgezimmerten offenen Einschnitten ausgeführt und nach der Fertigstellung überfüllt. Die beiden Rohre haben einen kleinsten Mittenabstand von 6,25 m. Für die Bogen über dem Fufswege wird Eisenbeton, für Wände, Boden und Fufsweg gewöhnlicher Beton verwendet. Die Rohre sind im Scheitel 0,79 m stark und haben einen Halbkreisbogen von 2,51 m innerm Halbmesser. Der Betonkörper wird mit vier durch Filzlagen von einander getrennten Asphaltschichten bedeckt, welche zum Schutze mit einer 10 cm starken Betonschicht überdeckt werden. Alle 61 m werden zwischen den beiden Rohren Querverbindungen hergestellt.

Auch die Tore bestehen aus Beton. Unmittelbar vor den Toren befinden sich unter jedem Gleise fünf Sümpfe, und die beiden Reihen von Sümpfen werden durch eine Pumpenkammer von einander getrennt.

Die nahe an den Flufsufern befindlichen Schächte werden als Doppelschächte von je 3,66 auf 4,72 m Gröfse ausgeführt. In dem zwischen den beiden Einzelschächten verbleibenden Raume wird eine von einer Querverbindung in der Höhe des Fufsweges in den Rohren nach oben führende Treppe angelegt. Bei den Schächten werden unter jedem Gleise zwei Sümpfe und dazwischen eine grofse Pumpenkammer hergestellt. Die Sümpfe fassen 75,7 cbm. Zur Verstärkung des Betons werden alte Schienen verwendet. Rings um den Schacht und die Grundmauern werden zur Dichtung sechs durch Filzlagen voneinander getrennte Asphaltschichten in den Beton gelegt.

B—s.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Lokomotivprüfanlage in Swindon.*)

(Engineer vom 22. Dezember 1905, S. 621. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXV.

Die englische grofse West-Eisenbahn hat in ihrer Werkstätte in Swindon eine Lokomotivprüfanlage erbaut, welche der der Purdue-Universität ähnlich ist. Auf ihr können die Geschwindigkeit in km/St., die an der Zugstange auftretende Zugkraft, sowie der Verbrauch von Wasser und Kohle gemessen werden. Dampfspannungs-Schaulinien werden nur genommen, wenn eine neue Lokomotive oder eine neue Bauart geprüft werden soll. Ein Hauptgewicht wird bei den Versuchen auf gutes Einlaufen der Lager gelegt. Ferner wird die Prüfanlage zu wissenschaftlicher Forschung in ausgedehntem Mafse benutzt.

Die Anlage befindet sich in einem besondern Gebäude, welches mit Rücksicht auf die wachsende Beschäftigung der Werkstätten in Swindon für spätere Erweiterung genügend grofs gebaut ist. In der Mitte einer grofsen Grube liegt ein gufseisernes Bett, welches auf einem Betonklotze befestigt ist. In letztern sind Holzbalken eingelassen, um die auftretenden Erschütterungen zu vermindern. Auf dem gufseisernen Bette ruhen fünf Lagerpaare, welche in der Längsrichtung verschoben und auf diese Weise den Achsständen jeder Lokomotive angepafst werden können. In diesen Lagern ruhen Achsen, deren Räder 1220 mm Durchmesser haben und mit Stahlreifen versehen sind, auf denen die Lokomotivräder laufen. Die Achsen sind mit Bandbremsen ausgerüstet, um die Arbeit der Lokomotiven ganz oder teilweise aufnehmen zu können. Damit die Drehgestell- und Hinter-Räder der Lokomotiven behufs Untersuchung ihrer Achslager mit umlaufen können, sind die Räder des Bettes durch Riemenscheiben und Riemen gekuppelt. Um die durch die Lokomotiven auf dem Versuchstande geleistete Arbeit zu verwerten, befindet sich auf der Achse A (Abb. 1, Taf. XXV) eine Riemenscheibe, von der aus mittels eines Hanfseilriemens von etwa 610 mm Breite eine Zwillingsluftpumpe angetrieben wird, die die Prefsluft zum Betriebe von Prefsluftwerkzeugen in den Werkstätten liefert.

Beim Auffahren der Lokomotive auf den Versuchstand laufen die Spurkränze in Rillen eines Tisches. Der letztere wird von 16 Schraubenwinden getragen, welche einen lotrechten Hub des Tisches von 76,2 mm gestatten (Abb. 2, Taf. XXV bei B). Durch eine Triebmaschine am Ende der Grube werden zwei wagerechte Wellen C angetrieben, von denen aus die oben erwähnten Schraubenwinden durch Kegelräderpaare bewegt werden. Mittels der Schraubenwinden wird die Lokomotive auf die Tragräder des Versuchstandes gesenkt oder von ihnen gehoben. Zum Verschieben der Tragräder mit ihren Lagern dienen zwei schwere Zahnstangen, welche von einer Maschine aus durch Zahnradübertragung bewegt werden. Nach richtiger Einstellung auf die Achsabstände der Lokomotive werden die Lager durch Riegel festgelegt. Die bereits erwähnten auf den Achsen der Führungsräder sitzenden Bandbremsen (Abb. 1, Taf. XXV D) werden durch kleine Prefswasserkolben betätigt (Abb. 1, Taf. XXV E), deren Druck durch eine doppeltwirkende Pumpe erzeugt wird, welche von einer der vorhandenen Maschinen aus

*) Organ 1906, S. 83.

mittels Riemen angetrieben wird. Der Druckwasserzuflufs zu den Bremszylindern wird durch einen Fliehkraftregler gesteuert, welcher auf den Schieber der Prefswasserpumpe einwirkt. Ferner ist noch eine Regelung von Hand vorgesehen, sodafs die Geschwindigkeit durch Änderung des Bremsdruckes in gewissen Grenzen unveränderlich erhalten werden kann. Die Bremsen werden mit Wasser gekühlt.

An einem Ende der Grube befindet sich eine Schnellwage, die mittels Hebelübersetzung den Zug am Zughaken mifst. Ein kleines Handrad dient zum Ein- und Ausrücken des Laufgewichtes der Schnellwage. Über dieser Wage liegen zwei Behälter zum Messen des verbrauchten Wassers, während die zum Heizen verbrauchte Kohle durch eine Brückenwage gemessen wird.

Da Lokomotiven verschiedener Länge geprüft und auf dem hintern Ende des Versuchstandes aufgestellt werden müssen, ist der Rauchfang verschiebbar angeordnet. Er ist als langer Kasten ausgebildet, welcher mittels Stahlplatten auf Rollen läuft und einen grofsen Schornstein trägt. Dieser Kasten nimmt die von der Lokomotive während des Versuches ausgeworfenen Kohlenstücke und die Flugasche auf, welche zur Untersuchung aufgefangen und entnommen werden können. H—t.

Die Kraftwagen-Prüfanlage der Purdue-Universität.

(Engineering News 1906. Januar, Band LV, S. 100.)

Hierzu Zeichnung Abb. 19 auf Tafel XXIV.

Die Purdue-Universität in Lafayette, Indiana, hat eine Kraftwagen-Prüfanlage eingerichtet, ähnlich der Lokomotiv-Prüfanlage dieser Hochschule. Eine Ansicht der Anlage mit einem zur Prüfung aufgestellten Kraftwagen zeigt Abb. 19, Taf. XXIV Die Triebräder des Kraftwagens ruhen auf den Tragrädern D, welche auf eine in festen Lagern laufende Welle E gesetzt sind. In dieser Stellung wird der Kraftwagen festgehalten durch die Verbindung mit einem hinter ihm stehenden Kraftmesser.

Wenn die Tragräder D festgestellt wären, würden die Triebräder des in Gang gesetzten Kraftwagens auf den Tragrädern gleiten. Das Bestreben des Kraftwagens, sich vorwärts zu bewegen, würde in diesem Falle am Kraftmesser als Zug verzeichnet werden. Wenn anderseits die Tragräder sich reibungslos drehen könnten, würde durch die Drehung der Triebräder des Triebwagens am Kraftmesser kein Zug angezeigt werden. Die Tragräder sind nun weder festgestellt noch reibungslos beweglich, sondern werden abgebremst, die Bremsarbeit wird gemessen und stellt die Leistung der Maschine dar. Aufserdem ist die von dem Kraftwagen verrichtete Arbeit gleich dem Zuge am Kraftmesser mal dem vom Triebrade zurückgelegten Wege, welcher aus den Umdrehungen der Tragräder ermittelt wird. B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Steuerung von Marshall.

(Engineer, 3. November 1905, S. 436. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel XXVII.

Es ist mehrfach versucht worden, die aus der schleichenden Schieberbewegung der gebräuchlichen Lokomotivsteuerungen herrührenden Mängel durch Anwendung getrennter Schieber für Ein- und Ausströmung zu beseitigen; die so entstandenen neuen Steuerungen haben jedoch hauptsächlich wegen ihrer verwickelten Anordnung keine Verbreitung gefunden. Von James T. Marshall in Leeds ist nun neuerdings eine verhältnismäfsig einfache Steuerung angegeben; Versuchsfahrten einer mit dieser Steuerung ausgerüsteten 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive der Grofsen Süd- und West-Bahn in Irland haben zu recht befriedigenden Ergebnissen geführt.

Die in Abb. 8, Taf. XXVII dargestellte Steuerung hat zwei zweimittige Scheiben, die eine ist unter einem Winkel von 180° zur Kurbel aufgekeilt und greift mit ihrer am Ende gegabelten Stange an den Drehzapfen der Schwinge an; diese sind in zwei Hebeln gelagert, die sich um eine feste, innerhalb des Rahmens liegende Achse drehen. Die zweite Scheibe hat etwa 90° Voreilung gegen die Kurbel und greift mit ihrer Stange an dem einen Arme eines Winkelhebels an, der sich ebenfalls auf der oben genannten festen Achse dreht. Der andere Arm dieses Winkelhebels ist durch eine senkrechte Stange mit den nach hinten verlängerten Zapfenschildern der Schwinge verbunden. Durch die übliche Hebelanordnung wird der Stein in der Schwinge gehoben oder gesenkt.

Durch die beschriebene Steuerung wird zunächst schnelles Öffnen und Schliefsen der Ein- und Ausströmung und längeres Verharren des Schiebers in seinen Endstellungen bei voll geöffneten Kanälen erreicht. Ferner ist bei den mit der Marshall-Steuerung ausgerüsteten Lokomotiven bei jeder Kurbelstellung ein Einströmkanal vollkommen geöffnet, wodurch das schnelle Anfahren auch schwererer Züge gewährleistet ist. Die Ausströmungsdauer ist verlängert und der Dampfschlag dadurch gemildert, sodafs Funkenauswurf weniger zu befürchten ist.

Zunächst wurde die Marshall-Steuerung einer 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive versuchsweise angebracht.

Auf Grund der bisherigen guten Ergebnisse wird beabsichtigt, vier neue Schnellzug-Lokomotiven mit der Marshall-Steuerung auszurüsten. T.

Spar-Bogenlampe.

Unter dieser Bezeichnung ist kürzlich eine neue elektrische Bogenlampe der Siemens-Schuckert-Werke eingeführt, deren Bauart aus dem Bestreben hervorgegangen ist, hohe Lichtausbeute mit Verringerung der Betriebskosten für die abgegebene Lichteinheit zu vereinigen. Die bisher gewonnenen Betriebserfahrungen lassen erkennen, dafs die neue Lampe berufen erscheint, eine auf dem Gebiete der Bogenlampenbeleuchtung oft empfundene Lücke auszufüllen. Bei wesentlich geringeren Abmessungen als die gewöhnlichen Bogenlampen geben die Sparlampen ein starkes ruhiges Licht bei sparsamem Betriebe. Eine Veröffentlichung der Siemens-Schuckert-Werke über Spar-Bogenlampen und über die seit

einigen Jahren vorteilhaft bekannten Liliput-Bogenlampen zeigt die Beleuchtung des Berliner Wannseebahnhofes durch Spar-Bogenlampen und gibt die nötigen Erläuterungen über die vielseitige Verwendbarkeit beider Lampenarten.

Elektrische Zugbeleuchtung, Bauart Leitner-Lucas.

(Elektrotechnische Zeitschrift 1905, Heft 14, April, S. 327. Mit Abb., Heft 16, April, S. 364. Mit Abb.; Engineering 1906, Februar, S. 210. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel XXV.

Bei der elektrischen Zugbeleuchtung, Bauart Leitner-Lucas, wird eine mit veränderlicher Umdrehungszahl laufende, durch einen Riemen von der Wagenachse angetriebene Gleichstrommaschine in Verbindung mit einem Speicher für etwa 25 Volt benutzt. Die Regelung auf den für den Speicher angenommenen Ladestrom erfolgt selbsttätig durch eine zweite kleine Maschine, welche abschwächend auf das Feld der Hauptmaschine wirkt, in Verbindung mit Widerständen von positiver und negativer Wärmewirkung. Sobald die Dynamo die richtige Spannung erreicht hat, wird sie durch einen Magnet-Schalter in den Stromkreis eingeschaltet.

Die Hauptmaschine A (Abb. 3, Taf. XXV) ist mit einer Reihen-Gegenerregung C und einer Nebenschlufserregung D ausgestattet. Während das Nebenschlufsfeld das stärkere ist und einen verhältnismäfsig niedrigen Widerstand besitzt, ist das Reihenfeld C in entgegengesetztem Sinne gewickelt, sodafs beide entgegengesetzt wirken, wenn der Anker A Strom liefert. Auf der die Hauptmaschine tragenden Welle sitzt noch ein zweiter, kleiner Anker B, welcher so geschaltet ist, dafs er abschwächend auf das Feld D wirkt. Die Hülfsmaschine besitzt gleichfalls ein Reihenfeld F und ein Nebenschlufsfeld G. Mit dem Nebenschlufsfelde D ist ein Widerstand E mit ausgeprägt positiver Wärmewirkung in Reihe geschaltet, der aus feinem Eisendrahte besteht und die Form der Vorschaltwiderstände hat; mehrere dieser Widerstände sind in Reihe geschaltet. Mit dem Widerstande E ist anderseits der Anker B der Hülfsmaschine mit seinem Reihenfelde F nebengeschaltet. Liefert der Anker A Strom, so fliefst ein Teil durch die Hülfsmaschine B und ist bestrebt, sie in gleicher Richtung als Triebmaschine zu treiben. Ist die Umdrehungszahl der gemeinsamen Welle eine niedrige, so sind die in B erzeugte Gegenwirkung und die Spannung an den Klemmen von E gering; daher ist auch die drosselnde Wirkung von E gering, und der Nebenschlufsstrom in D kann fast ungehindert durch E oder F und B fliefsen, das Nebenschlufsfeld der Hauptmaschine wird also durch B wenig geändert. Nimmt die Umdrehungszahl zu, so nimmt die Gegenspannung von B und die Spannung an den Klemmen von E mehr und mehr zu, die Drosselwirkung von E wird gröfser und die Stromstärke in D geringer. Mit wachsender Umdrehungszahl wird das Nebenschlufsfeld D also in der Weise geschwächt, dafs die Klemmenspannung der Hauptmaschine in weitem Bereiche gleich bleibt und bei Überschreitung einer gewissen höchsten Geschwindigkeit sogar sinkt. Das Nebenschlufsfeld G der Hülfsmaschine ist mit einem aus zwei bis vier gewöhnlichen Glühlampen bestehenden Widerstande W mit negativer Wärmewirkung in Reihe geschaltet, der bewirkt, dafs jede Erhöhung der Spannung im Hauptstromkreise das Feld G mehr als in geradem Verhältnisse verstärkt und damit die Gegenwirkung von B erhöht. Je kleiner der Widerstand E, desto gröfser ist die Spannung der Maschine A, je kleiner W ist, desto kleiner ist sie. Durch Einstellung von E und W kann man also eine bestimmte Spannung festlegen.

Die erforderlichen Schaltungen zwischen dem Stromerzeuger, dem Speicher und den Lampen werden selbsttätig durch einen aus einem drehbaren Anker I und zwei Polen H J mit Nebenschlufs- und Reihenwickelung bestehenden Magnet-Schalter bewirkt. An dem Anker ist ein einarmiger Hebel R mit den Stromschlüssen a b angebracht.

Die Umschaltung der Hauptmaschine A auf unveränderliche Stromrichtung erfolgt bei wechselnder Drehrichtung des Ankers mechanisch. Mit dieser Umschaltung vollzieht sich gleichzeitig eine Verstellung der Bürsten, um Funkenbildung zu vermeiden.

Läuft der Zug und damit die Maschine A an, so erzeugt sie wegen des verbleibenden Magnetismus ihres Feldes sofort Strom. Der Schalter befindet sich zuerst in der gezeichneten Lage, daher nimmt der Strom seinen Weg durch H und I über e f zurück zur Maschinenklemme h. Gleichzeitig wird das Feld D stark erregt. Die Erregung der Wickelungen H und I bewirkt eine Drehung des Hebels nach unten. Diese Drehung stellt den Stromschlufs bei G her, wodurch sich dem von A kommenden Strome ein Weg über J und a zum Speicher und nach Durchfliefsen dieses zurück zur Maschinenklemme h bietet; ein zweiter Weg führt bei G abzweigend über b W f nach h zurück. Je höher die in A erzeugte Spannung steigt, desto mehr wird die gegenseitige Wirkung der Wickelungen H I und J verstärkt und der Hebel in seiner Lage festgehalten. Dieses ist solange der Fall, wie die Maschinenspannung höher ist als die Speicherspannung; ist diese gröfser als die Maschinenspannung, so fliefst Strom in umgekehrtem Sinne durch J, wodurch der Hebel nach oben gedreht und die Verbindung bei G unterbrochen wird.

Damit diese Unterbrechung nicht zu häufig erfolgt, ist ein Magnetschalter aus dem umwickelten Eisenkerne K, dem doppelarmigen Hebel P und dem Stromschliefser L vorhanden. Sobald der von A erzeugte Strom genügende Spannung erreicht hat, wird der Kern K erregt und zieht die rechte Seite des Hebels P an. Der Strom zweigt hierbei von c ab, fliefst durch die Wickelung K nach e, f und nach h zurück. Durch die Drehung des Hebels wird der Stromschliefser L geschlossen. Sinkt nun die Spannung des Maschinenstromes unter die des Speichers, so fliefst der Strom aus diesem aufser dem weiter oben beschriebenen Wege, nämlich in entgegengesetzter Richtung wie der Maschinenstrom durch a J, in der Richtung vom positiven Pole durch L d I e zum negativen Pole. Es findet aber auch eine Abzweigung bei d statt, welche wieder auch H in dem Maschinenstrome entgegengesetzter Richtung durchflossen wird und von C durch K e nach dem negativen Pole geht. Der durch H fliefsende Speicherstrom hält I zwangsweise in seiner jetzt nach oben gedrehten Lage fest, hält die Stromschlüsse a und b also so lange offen, wie der Strom-

schliefser L geschlossen ist. L öffnet sich aber erst dann, wenn die Spannung des Maschinenstromes auf ein Viertel derjenigen Höhe gesunken ist, welche erforderlich ist, um den Hebel R des Ankers I herunterzudrücken, also die Triebmaschine in den Hauptstromkreis einzuschalten, oder auf die Hälfte derjenigen Spannung, die erforderlich war, um den Hebel P anzuziehen. Der vom Speicher durch H fliefsende Strom ist also stark genug, um I in der ausgeschalteten Stellung festzuhalten, aber nicht stark genug, um P anzuziehen, also den Hülfschalter KPL zu betätigen. Die Wirkung des Hülfschalters ist eine sehr schnelle, wenn die Dynamo zum Stillstande kommt. Der Stromschlufs L öffnet sich dann sofort und eine Vergeudung von Strom über LdI findet nicht statt. Sobald bei wiederangehender Triebmaschine der von ihr erzeugte Strom eine höhere Spannung erreicht als die des Speichers, schliefsen sich die Stromschliefser bei G und L von neuem. Man erkennt aus dem Gesagten, dafs die Dynamo innerhalb weiter Grenzen der Fahrgeschwindigkeit unveränderliche Spannung erzeugt und dafs der Speicher selbsttätig auf Ladung geschaltet wird, sobald die untere Grenze der Fahrgeschwindigkeit überschritten ist. Gleichzeitig werden die Lampen von der Maschine A unmittelbar gespeist. Bei ganz niedrigen Fahrgeschwindigkeiten und beim Stillstande des Wagens speist der Speicher allein die Lampen.

Eine etwas andere als die ursprüngliche Anordnung ist in Abb. 4, Taf. XXV dargestellt. Hierbei liegen das Nebenschlufsfeld D der Hauptmaschine A und der Anker der Hülfsmaschine B hintereinander ohne Nebenschaltung eines Widerstandes. Die Reihenwickelung C der Hauptmaschine liegt nicht unmittelbar im Ankerstromkreise von A, sondern erhält nur Strom, wenn Lampen brennen. Diese Anordnung ermöglicht die Erregung des Feldes vom Speicher aus durch kurzes Einschalten der Lampen, wenn sich die Maschine wegen vollständigen Verschwindens oder Umpolung des verbleibenden Magnetismus der Feldmagnete nicht richtig erregt. Der Ankerstrom von A durchfliefst die selbsttätigen Schalter, den Speicher und teilt sich dann bei a, um teils durch das Feld F der Hülfsmaschine, teils durch einen daneben geschalteten Eisenwiderstand E zu fliefsen. Die Rückwirkung des Ankers B auf das Feld D der Hauptmaschine ist dieselbe wie früher; die Erhöhung der Stromstärke in A erhöht die Sättigung des von F erregten Feldes, die Gegenwirkung von B auf das Feld D wird gröfser und die Stromstärke wird daher wieder auf den alten Wert zurückgebracht. Durch die Bremsung des neben das Feld F der Hülfsmaschine geschalteten Widerstandes E kann man die Stromstärke im Anker der Hauptmaschine auf einen bestimmten Wert einstellen.

Eine besondere, in der Quelle erläuterte Regelvorrichtung bewirkt, dafs kein Überladen des Speichers stattfindet, dafs die Lampen mit genau gleicher Spannung gespeist werden und mithin der Unterschied der Spannung bei geladenem und entladenem Speicher, wenn dieser allein die Lampen speist, auf die Helligkeit der Lampen keinen Einflufs ausübt.

Die Leitner-Lucas'sche Beleuchtung ist in England seit einiger Zeit in Zügen der Great Central-, der Great Western- und der London and North-Western-Bahn im Betriebe. —k.

Elektrische Eisenbahnen.

Die Chamonixbahn.

(La Revue technique, Jahrgang 26, Mai 1905.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XXVI und Abb. 1 bis 7 auf Tafel XXVII.

Den Kraftbedarf dieser elektrisch betriebenen Bahn liefert die Arve, die zwischen dem Chamonixtal und dem Fayettale zwei Fälle bildet, von denen jeder durch eine elektrische Kraftanlange ausgenutzt wird. Das Gefälle des untern Falles zwischen Servoz und Chedde liegt zwischen 783,54 m und 609,28 m, beträgt demnach rund 170 m. Für die Zwecke der Chamonixbahn dient aber nur der obere, 38 m hohe Teil des Falles. Der Wasserspiegel des oberen Falles, zwischen der Brücke Sainte-Marie und der Hochebene von Servoz liegt auf 970 m Höhe, der des Unterwassergrabens auf 821 m Höhe, sodafs sich hier eine Gefällhöhe von ungefähr 147 m ergibt, von denen rund 94 m ausgenutzt werden. Die an der Marienbrücke gemessene Wassermenge der Arve schwankt von 100 cbm/sek im Sommer bis 3 cbm/sek im Winter.

Der untere Wasserfall wird gemeinsam von der elektrischen Bahn durch das Kraftwerk Nr. 1 bei Servoz und von den chemischen Werken in Chedde ausgenutzt. Die Anlage der Wasserentnahme ist aus Abb. 1, Taf. XXVII, ersichtlich. Eine kleine Felseninsel teilt die Arve in zwei Arme, die je durch ein Wehr abgestaut werden. Eine Reihe von Schützen an der Entnahmestelle hält die tieferen, Kies und Geröll führenden Wasserschichten zurück. Das Wasser gelangt zunächst in eine 230 m lange, ganz in den Felsen gehauene Klärkammer, die durch einen durch Schützen verschliefsbaren, 2,5 m breiten und 100 m langen Reinigungskanal von starkem Gefälle mit dem Flufslaufe in Verbindung steht. Die Breite der Klärkammer nimmt von 6,3 m auf 4,8 m ab, die Tiefe wächst in umgekehrtem Mafse, sodafs der Querschnitt unverändert bleibt. Der Wasserabflufs beträgt 12 cbm/sec bei 0,7 m/sek Geschwindigkeit. Der aus der Klärkammer führende, 2,5 m breite und 2,75 m hohe Zuflufskanal des Kraftwerkes, der bei Reinigung ebenfalls durch Schützen abgesperrt werden kann, ist ungefähr 510 m lang und durch den Schieferstock getrieben, der das Tal von Chatelard, in dem das Kraftwerk der Bahn liegt, von dem Arvetale trennt. Er ist da, wo das Gestein brüchig ist, ausgemauert und hat 120 mm/m Gefälle. Kurz bevor er in die Wasserkammer oberhalb des Kraftwerkes mündet, wird er seitlich auf 39 m Länge durch ein Ueberlaufwehr begrenzt, dessen Krone auf 787,60 m liegt. Aus der hierdurch entstehenden Seitenkammer leitet ein unterirdischer Kanal das überschüssige Wasser unmittelbar in das Zuflufsrohr des Kraftwerkes für die chemischen Werke in Chedde. Der oben erwähnte Zuflufskanal hingegen mündet in die 18 m lange und 5 m breite Wasserkammer oberhalb des Bahnkraftwerkes. Diese Wasserkammer ist ganz in den Felsen gehauen und nach der Seite des Wasserwerkes hin durch eine 3,8 m dicke Steinmauer

abgegrenzt, in der die Köpfe der vier Einlaufrohre der Turbinen mit ihren Luftventilen gelagert sind (Abb. 2, Taf. XXVII). In der einen Ecke dieser Kammer zweigt ein zur Reinigung dienendes, während des gewöhnlichen Betriebes durch Schützen geschlossenes, 0,5 m breites Rohr ab, das bei der Spülung der Kammer das Abwasser unmittelbar in die Arve leitet. Aus der Turbinenstube fliefst das Unterwasser durch einen 3,8 m breiten und 2 m tiefen Abflufskanal ebenfalls in die Zuflufsleitung des Kraftwerkes der chemischen Werke in Chedde. Diese Zuflufsleitung ist seitlich durch einen 26 m langen Überlauf begrenzt (Abb. 2, Taf. XXVII), der das überschüssige Wasser durch das Chatelardtal in die Arve zurückleitet.

Das Nutzgefälle beträgt 38 bis 39 m und die Turbinenleistung bei einem Wirkungsgrade von 0,75 : $\frac{V . H . 0,75}{75}$ = V . H . 100 = 4680 P.S. für V = 12 000 l/sek.

Da der Wasserzuflufs im Winter nur ungefähr die Hälfte von dem oben angenommenen beträgt, stellt sich die Turbinenleistung auf 2340 P.S., was aber für den beschränkten Winterbetrieb reichlich ausreicht.

Das Kraftwerk Nr. 2 in Chavants liegt ein wenig oberhalb der Marienbrücke, bei km 109 der Bahnlinie. Seine Wasserkammer ist für einen Verbrauch von 12 cbm/sek eingerichtet. Ein 3 m hohes, 13 m langes Stauwehr aus Beton, das an der Schwelle 1,5 m, an der Sohle 16,5 m stark ist, ist gewölbt gegen die Stromrichtung auf 970 m Höhe in die Arve eingebaut. Die Entnahme des Wassers ist mit einem Rechen und Schützen versehen. Die Schützenkrone liegt 2,4 m über der Flufssohle, sodafs nur die weniger Sand und Geröll führenden oberen Schichten des Flusses abgefangen werden. Von dieser Entnahmestelle führt ein 1093,5 m langer und 2 m breiter Kanal nach dem 10 breiten und 123 m langen, oben offenen Klärbehälter, an dessen Ende auf 917,31 m Höhe ein 20 m langes Überlaufwehr, sowie die durch Schützen verschliefsbare Mündung des Reinigungskanales liegen. Dieser Spülkanal mündet anderseits in die Arve. Die Sohle des Klärbehälters (Abb. 6 auf Taf. XXVII) ist auf Beförderung des Absetzens der Sinkstoffe doppelt geneigt in 10 mm/m der Länge und mit 100 mm/m der Quere nach.

Von diesem Klärbehälter strömt das Wasser durch einen 1085,6 m langen Kanal in die Sammelkammer oberhalb des Kraftwerkes. Diese ist teilweise in den Felsen gehauen und oben durch eine Holzüberdachung abgedeckt. Den Abschlufs der Kammer nach dem Werke zu bildet eine feste Steinmauer von 3 m Kronenbreite, in der die Köpfe der Rohrleitung gebettet sind. Der Wasserspiegel in dieser Sammelkammer liegt auf 915,66 m, der des Unterwassers auf 820,80 m bei hohem, auf 820,30 m bei niedrigem Wasserstande. Das nutzbare Gefälle beträgt demnach bei Hochwasser 94,86 m bei Niedrigwasser 94,36 m, im Mittel 94,50 m. Der Unterwasserkanal ist 3,8 m breit, 150 m lang. Ein Überlauf von 17,6 m Länge bildet seinen Abflufs nach der Arve, deren Wasserspiegel bei Hochwasser auf 818,8 m und bei Niedrigwasser auf 817,8 m steht.

Bei 75 % Wirkung der Turbinen und 12 cbm/sek Wasserzuflufs ist die Leistung dieser Anlage $\frac{12000 . 0,75}{75}$. 94,5 = 11340 P.S. Da im Winter die Wassermenge auf 3 cbm in der Sekunde fällt, sinkt die Leistung auf 2835 P.S.

Die Maschinenausstattung ist in beiden Anlagen von Servoz und in Chavants ziemlich gleich durchgeführt. Die vier Rohrleitungen nach den Turbinen in Servoz bestehen aus genieteten Flufseisenblechen mit 40 kg/qmm Festigkeit. Ihre Stärke beträgt oben 7 mm, unten 10 mm. Jede Leitung besteht aus 6,5 m langen, 0,95 m weiten Flanschrohren, die mit Bleiringen gedichtet sind. Die Leitungen sind mit gleichmäfsiger Neigung verlegt. An ihren unteren Enden stützen sie sich auf starke Widerlager, die durch ihre stählernen Gleitflächen die durch die Wärmeschwankungen bedingten Längeänderungen der Rohrleitungen aufnehmen. Um diese Dehnungen zu beschränken und die Wärmestrahlungen zu vermindern haben die Rohre Bleiweifs-Anstrich. In gewissen Abständen sind Einsteiglöcher angebracht.

Jede dieser Leitungen speist eine Turbine von 325 P.S. Von allen vier Leitungen zweigt jedoch noch ein Sammelrohr ab, aus dem die beiden kleineren Turbinen von je 60 P.S. getrieben werden. Jede der vier gröfseren Turbinen treibt einen Stromerzeuger von 200 K. W., die beiden von 60 P.S. je einen Stromerzeuger von 40 K. W. Einen Querschnitt durch die Turbinenstube des Kraftwerkes Servoz zeigt Abb. 7, Taf. XXVII. Im Erdgeschosse liegen die Rohrleitungen, darüber der eigentliche Maschinenraum, der von einem Laufkrane von 10 t Tragfähigkeit der Länge nach bestrichen wird.

Die Turbinen sind von der Firma Brénier-Neyret in Grenoble geliefert. Sie sind mit den zugehörigen Gleichstrommaschinen unmittelbar gekuppelt. Einen Geschwindigkeitsregler besitzen sie nicht. Voll belastet machen sie 540 Umlaufe in der Minute. Die gröfseren Turbinen sind Überdruckturbinen mit Aufseneinströmung, ihr Leitrad bildet ein Ganzes mit dem äufsern schneckenförmigen Trommelmantel. Der Wasserzuflufs kann durch die drehbare Klappe im Einlaufrohre geregelt werden. Da der quarzhaltige Flufssand das Leitrad und auch die Schaufelköpfe rasch abnutzt, ist beim Baue der Turbinen auf rasche Auswechselung Bedacht genommen, daher sind die Schaufelräder aus zwei Teilen zrsammengesetzt, aus dem Armkranze und der mit diesem durch Schraubenbolzen verbundenen Verschaufelung. Ist letztere abgenutzt, so wird eine neue aufgesetzt, was einen halben Tag dauert.

Die beiden kleinen Turbinen sind Girardturbinen mit doppeltem Einlaufe, die mit einem Geschwindigkeitsregler, Bauart Brénier-Neyret, ausgerüstet sind. Seine Wirkungsweise ist aus Abb. 7, Taf. XXVI ersichtlich. A ist die Turbinenwelle, von der auch der Porter-Regler T angetrieben wird, dessen Stellzeug auf den doppelarmigen Hebel D E F einwirkt, A setzt durch die Kurbel A M und die Triebstange M O den um U lose schwingenden Kreisausschnitt T in pendelnde Bewegung. Auf der Welle U_1 die die Einlafsschützen der Turbine verstellt, sitzen hintereinander zwei Sperrräder R, über die in der Gleichgewichtslage von T, also bei wagerechter Stellung des Hebels D F, die an S sitzenden Klinken K K_1 schweben; ein Einschnappen der Klinken in den Zahnkranz wird durch die Feder r r_1 verhindert. Hebt oder senkt nun bei Geschwindig-

keitsänderungen das Stellzeug C das Ende F des Hebels D F, so dreht die Gelenkverbindung G H am Ende der Zugstange F G das Bogenstück B B_1 um dessen Drehpunkt I, wobei sich einer der beiden Stofsbuffer a oder a_1 hebt oder senkt, und dadurch mit Hülfe der Hebel L L_1 die eine der beiden Klinken K K_1 in das entsprechende Sperrad einschaltet. Durch die Pendelbewegungen des Kreisausschnittes S wird um das Rad R je nachdem K oder K_1 in Eingriff ist, nach links oder R_1 nach rechts herum gedreht. Die Folge davon ist, dafs die mit den Rädern R R_1 verbundene Welle U der Einlaufschützen sich nach der einen oder andern Richtung dreht und die Schützen stellt. Gleichzeitig dreht die Welle U durch Kegelräder die rechtwinkelig stehende Welle P, die oben mit Gewinde versehen ist und daher durch Heben oder Senken des Hebeldrehzapfens E den Hebel D F wieder in wagrechte Lage bringt, somit nach erfolgter Verstellung des Einlaufes die Schaltvorrichtung wieder ausrückt.

Im Kraftwerke von Chavants versorgen drei Wasserrohre die vier Turbinen von je 325 P. S. und zwei kleinere von je 60 P. S., die die Gleichstromerzeuger für den Betrieb der Bahn bis Chamonix versorgen. Die Einrichtungen hierfür decken sich vollkommen mit den oben beschriebenen. Da die Wasserkraft aber ergiebig ist, wird hier auch die Kraft für den Betrieb der Bahn bis zur schweizer Grenze erzeugt, so dafs man für die beiden letzten Streckenabschnitte nicht ein neues Kraftwerk zu erbauen brauchte. Da die vorhandene Wassermenge im Sommer zur Erzeugung von 11 600 P. S. ausreichen würde, für den Betrieb bis Chamonix aber nur rund 1000 P. S. erforderlich sind, hat man eine zweite Rohrleitung verlegt, die zwei Turbinen von 2000 P. S. speist.

Diese beiden Turbinen treiben zwei Wechselstromerzeuger, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Die von Bouchayer und Vialet in Grenoble gelieferten Rohrleitungen sind 450^m lang bei $0{,}80^m$ Durchmesser und $6{,}5^m$ Länge der einzelnen Rohre. Wie in Servoz sind die Leitungen aus besonders harten Flufseisenblechen von 6 bis 10^{mm} Stärke hergestellt, die eine Bruchfestigkeit von 40 kg/mm bei 26 % Dehnung besitzen sollen, die Spannung im Betriebe beträgt 12,5 kg/mm. Die Leitungen sind an den Enden, sowie in bestimmten Abständen gut verankert.

Auch hier sind die grofsen Turbinen teilweise beaufschlagte Girardturbinen ohne Geschwindigkeitsregler mit 580 Leerlaufumdrehungen in der Minute und 450 Umläufen bei voller Belastung. Die kleinen Turbinen gleichen ebenfalls denen in Servoz.

Zum Oberbau der Bahn sowie zur Stromzuführung dienen Breitfufsschienen von 12^m Länge und 34,4 kg/m Gewicht. Auf den Strecken von 8 und 9 mm/m Steigung ist mitten im Gleise eine Bremsschiene verlegt, deren Oberkante 6 cm über der der Fahrschienen liegt. Um das Wandern der Schienen zu vermeiden sind alle $0{,}7^m$ durch Querschwellen verbundene Schienenenden von $1{,}2^m$ Länge in die Erde getrieben, die aufserdem in Abständen von 100 m in einen $0{,}7 \times 0{,}9 \times 1{,}4^m$ starken Betonklotz eingelassen sind.

Seitlich vom Gleise ist die Stromzuführungschiene verlegt, die auf nicht leitenden, mit Paraffin getränkten Buchenklötzen ruht. Diese Buchenklötze liegen auf eichenen Längsschwellen, die von den Querschwellen des Gleises getragen werden. (Abb. 4, Taf. XXVI). Die Verbindung der Stromzuführungschienen an den Stöfsen geschieht durch Laschen, wobei die Leitungsfähigkeit jeder Seite noch durch eine Verbindung mit einem 1^m langen Kupfersiliziumdrahte von 24^{mm} Durchmesser gesichert ist, der mit Kabelschuhen an die vorher sorgfältig blank gescheuerten Schienenenden geschraubt ist. An den Gleisübergängen sowie in der Länge der Bahnsteige ist die Leitungschiene für den ungehinderten Verkehr von Fuhrwerken in einer Länge von 5^m unterbrochen und der Stromkreis hier durch Kabel geschlossen, die in hölzernen Schutzkästen verlegt sind. An diesen Unterbrechungstellen sind die Leitungschienen leicht nach innen geneigt, um sicheres Anlaufen der Stromabnehmer zu gewährleisten. Der Stromschlufs zwischen den zur Rückleitung des Stromes dienenden Laufschienen wird an den Stofsverbindungen dieser ebenfalls durch an der Aufsenseite der Gleise angebrachte Kabelverbindungen gesichert. Aufserdem sind die beiden Laufschienen des Gleises in 500^m Teilung durch solide Kabel leitend mit einander verbunden.

Anfänglich war geplant, für den Betrieb der Bahn ausschliefslich Triebwagen zu Zügen zusammenzustellen; seit aber Versuche gezeigt haben, dafs recht gut ein bis zwei Anhängewagen den Zügen beigegeben werden können, werden jetzt auch solche gebaut. Die Triebwagen haben zwei Achsen, die je von einer Triebmaschine von 46 K. W. angetrieben werden. Die Achse dieser Triebmaschine liegt nicht, wie sonst üblich, quer zur Gleisachse, sondern ist gleichachsig mit dieser angeordnet, und treibt die Triebachse mit nachgiebiger Kuppelung der Bauart Chardan und Kegelrädern an.

Die Stromzuführung zu den Antrieben geschieht durch Schleifschuhe, von denen vier an jedem Wagen, zwei für jede Stromrichtung angebracht sind. Sie können durch den Hauptausschalter ausgeschaltet werden.

Jeder Wagen ist mit einer von Hand oder mit Luftdruck wirkenden Klotzbremse an den vier Laufrädern und mit einer Zangenbremse versehen, die an der Mittelschiene angreift. Beide Einrichtungen können sowohl vom Wageninnern durch die Fahrgäste, als auch vom Zugführerabteile aus durch den Schaffner in Tätigkeit gesetzt werden.

Die Abmessungen der Wagenuntergestelle sind folgende: Achsstand $3{,}5^m$, Entfernung zwischen den Untergestelllängsträgern = $1{,}55^m$, Raddurchmesser = $0{,}93^m$, Stärke der Radreifen = 55^{mm}, Gewicht der Wagen zweiter Klasse = 12 t. Vorn in dem an der Spitze des Zuges laufenden Gepäckwagen befindet sich aufser dem Raume für die Post ein Zugführerabteil, in dem sich die nötigen Schalt- und Bremsvorrichtungen und die elektrisch betriebene Luftpumpe der Bauart Christmanns befindet, die für die Bremsvorrichtung und für die Luftdrucksteuervorrichtung der einzelnen Antriebe erforderliche Prefsluft in zwei auf dem Wagendache angebrachte Prefsluftbehälter drückt. Jeder Wagen enthält aufser einem bei 400 Amp. in Tätigkeit tretenden Hauptausschalter noch die erforderlichen Sonderausschalter für die Heizung und Beleuchtung nebst den nötigen Bleisicherungen.

Die einzelnen elektrischen Antriebe der zu einem Zuge zusammengestellten Triebwagen werden von dem Zugführer je nach Bedarf von einem Abteile aus durch Prefsluftsteuerung der Bauart Auvert ein- und ausgeschaltet, die auf die einzelnen unter den Wagen sitzenden Einzelsteuerungen und dadurch auf die Fahrschalter einwirkt. Jeder dieser Schalter vermag fünf verschiedene Lagen für die Vorwärtsfahrt, vier für die Rückwärtsfahrt und eine für die Ruhestellung einzunehmen.

Entsprechend der Steuerhebellage der Prefsluftsteuerung im Führerabteile stellen sich die unter jedem Wagenuntergestelle angebrachten Einzelsteuerungen ein. Diese wirken ihrerseits durch Zahnstangenübertragung auf die Welle des in jedem Triebwagen befindlichen Fahrschalters ein, der dementsprechend Widerstände vor die Triebmaschine ein- und ausschaltet.

Die Einrichtung der Prefsluftsteuerung im Führerabteile zeigt Abb. 5, Taf. XXVI, die der unter jedem Wagen befindlichen Prefsluftsteuerung Abb. 1, Taf. XXVI. Alle Steuerungsgetriebe sind durch zwei Luftleitungen längs des Zuges verbunden; in der einen herrscht Prefsluft von 5 bis 6 at Spannung, in der andern gewöhnlicher Luftdruck. Die Wirkungsweise der Einrichtung ist folgende: Der Doppelkolben P von 1300 ^{mm} Durchmesser hat das Bestreben, sich entsprechend den in den beiden Leitungen herrschenden Spannungsverhältnissen nach der einen oder andern Richtung vorwärts zu bewegen. Seine endgültige Einstellung wird durch die in den fünf kleinen Zylinderpaaren a a', b b' und so weiter herrschende Spannung beeinflufst. Diese Zylinder von 50 ^{mm} Durchmesser sind einmittig um C und D angeordnet, und ständig mit Prefsluft gefüllt; zwei von den Zylinderpaaren a a' und b b' sind in der Abbildung dargestellt. Da ihre Kolbenstangen ungleich lang sind, wird beim Vorwärtsbewegen des Kolbens P nach einer Richtung der Gegendruck auf ihn stufenweise wachsen, weil er nacheinander die Kolbenstangen der kleinen Zylinder zurückschieben mufs. Somit sind entsprechend den fünf nacheinander in Wirkung tretenden Zylinderpaaren auch fünf verschiedene Pressungstufen für die Bewegung des Kolbens P in einer Richtung erforderlich. Diesen fünf Abstufungen entsprechen wieder fünf verschiedene Stellungen des Fahrschalters für je eine Fahrrichtung, da dessen Einstellung von der des Kolbens P durch eine Zahnstange abhängig gemacht ist. Genau so spielt sich der Vorgang für eine Bewegung des Kolbens in der entgegengesetzten Richtung für die Rückwärtsfahrt ab.

Diese verschiedenen Abstufungen der Luftspannung werden durch die Hauptsteuerung im Führerabteil erzielt (Abb. 5, Taf. XXVI). D_1 und D_3 sind kleine Zylinder, die durch die Ventile $S e_1$ $S e_2$ mit der Aufsenluft in Verbindung stehen, während der Zylinder D_2 ständig mit dem Prefsluftbehälter verbunden ist. Senken sich nun infolge Drehung des Handsteuerrades die mit einander verbundenen Platten P_1 und P_2, so wird die für die Rückwärtsfahrt in Frage kommende Rohrleitung mit der Aufsenluft durch D_1 $S e_1$ in Verbindung gebracht, während die zum Vorwärtsfahren in Betracht kommende Rohrleitung von D_2 aus mit Prefsluft gefüllt wird. Dadurch wird der grofse Steuerkolben A A sich soweit nach rechts bewegen, wie es der in den vier kleinen Zylindern wirkende Gegendruck zuläfst. Durch Zahnstangenübertragung dreht sich der gezahnte Kreisausschnitt, und die Gelenkhebelverbindung c d a b nimmt die gestrichelte Lage ein, wodurch P_1 und P_2 sich wieder heben. Durch stärkere oder geringere Drehung des Steuerhebels hat man es in der Hand, die Luftspannung in einer der beiden Luftleitungen zu vergröfsern oder zu schwächen; dementsprechend stellen sich auch, wie oben geschildert, die Einzelsteuerungen unter dem Wagen ein und schalten darnach die Antriebe.

Die Quelle bringt noch in einigen Bildern die bauliche Durchführung der einzelnen Steuerungseinrichtungen.

Die vier in jedem der beiden Kraftwerke aufgestellten Stromerzeuger, von denen je einer als Aushülfe dient, machen 580 Leerlaufsumdrehungen und 400 Umlaufe bei voller Belastung. Jeder der vier Stromerzeuger in Servoz liefert 370 Amp. bei 550 Volt Spannung. Die von der Gramme-Gesellschaft erbauten, sechspoligen Maschinen besitzen Trommelanker, die 224 in Nuten verlegte Wicklungen tragen. Die übrigen Abmessungen der Maschine sind folgende: Ankerdurchmesser = 851 ^{mm}, Anzahl der Stromabnehmer-Abschnitte = 336, Induktion im Ankereisen bei Leerlauf 10800 Gaufs, bei voller Belastung 14000 Gaufs. Ein sechsstündiger Leistungsversuch lieferte folgende Ergebnisse: Verlust durch Joulesche Wärme im Anker und Stromabnehmer 3,559 Watt, Verlust an solcher in den Hauptstromwicklungen des Magnetgestelles = 9,850 Watt, in den übrigen Magnetgestellwicklungen = 1,028 Watt, Hysteresisverluste und Verluste durch Wirbelströme = 9,544 Watt, Verluste im Ganzen demnach = 15,146 Watt. Leistungsgrad daher $= \frac{370 \times 550}{370 \times 550 + 15,146} = 0,93$.

Die Maschinen-Ausstattung des Kraftwerkes in *Chavants* ist der von Servoz ähnlich durchgeführt, nur sind infolge der Spannungsverluste in den Speiseleitungen die Spannungsverhältnisse im Werke andere. Auch hier stehen vier Gleichstromerzeuger von 325 P. S. Turbinen angetrieben, denen zwei kleine Stromerzeuger zur Erregung dienen. Die Spannung der Stromerzeuger beträgt 550 Volt bei Leerlauf und 700 Volt bei 290 Ampère Stromstärke. Wegen der vielen Aufenthalte der Züge schwankt die Belastung der Maschinen sehr stark; trotzdem müssen sie ruhig und ohne starkes Funken laufen, ohne dafs die Bürsten verstellt zu werden brauchen. Um dieses zu erreichen, hat man dem Stromabnehmer zahlreiche Platten gegeben und durch eine besondere Vorrichtung ermöglicht, die Anzahl dieser zu verdreifachen, sodafs die Spannung und Selbstinduktion jeder Spule zwischen zwei benachbarten Platten, die durch die Bürste kurz geschlossen sind, im Verhältnisse 1 : 3 vermindert wird. Die Anker sind aus gestanzten Blechscheiben mit Papiereinlagen hergestellt; ihre Wickelung ist in Nuten verlegt. Die sechspoligen Magnetgestelle sind aus weichem Stahle verfertigt.

Von den beiden Erregermaschinen dient je eine als Aushilfe. Sie leisten 40 K. W. bis 520 Umläufen in der Minute und sind als vierpolige Nebenschlufsmaschinen mit Trommelanker gebaut.

Alle Stromerzeuger ruhen auf Porzellansockeln. Der höchste Stromverbrauch beträgt in Servoz 1000 Ampère gegen 800 Ampère in Chavants.

Wie bereits oben erwähnt ist jeder Triebwagen mit zwei elektrischen Antrieben Bauart Alioth ausgerüstet, von denen jeder eine der beiden Wagenachsen durch Kegelradübersetzung 1 : 4 antreibt. Beide sind neben einander geschaltet, um Schleudern der Räder auf Steilrampen zu vermeiden. Der Fahrschalter der Triebmaschine kann für die Vorwärtsfahrt folgende fünf Stellungen einnehmen: 1) Einschalten eines Anlafswiderstandes, 2) Teilweises Ausschalten dieses Widerstandes, 3) desgleichen, 4) Gänzliche Ausschaltung des Widerstandes, 5) Umschaltung der Magnetwickelung in Nebenschlufswickelung. Für die Rückwärtsfahrt fällt die Stellung 5) fort. Steht der Schalter auf 4), so beträgt die Geschwindigkeit des Wagens auf Neigungen von 90 mm/m 10 km/St, oder 30 km/St auf der Wagerechten; bei Stellung 5) steigert sich diese auf 20 km/St bei Neigungen von 5 mm/m oder auf 25 km bei solchen von 10 mm/m oder auf 40 km/St auf der Wagerechten. Bei 10 km/St Geschwindigkeit leisten die Triebmaschinen 55 P. S. und 32 P.S. bei 20 km/St Geschwindigkeit.

Die Wagen sind durch je acht Glühlampen im Innern und durch zwei auf den Endbahnen erleuchtet. Da Spannungsschwankungen von 10 % in den Leitungen entstehen, ist ein sicher wirkender Spannungsregler der Bauart Alioth eingeschaltet, um raschen Verschleifs und unruhiges Brennen der Lampen zu verhindern.

Die beiden Bahnhöfe in le Fayet und Chamonix werden durch 70zellige Speicher von 270 Ampèrestunden erleuchtet, die täglich durch einen umlaufenden Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer von 550 : 150 Volt aufgeladen werden. Die Bahnhöfe in Chedde und Servoz werden vom Kraftwerke aus durch fünf Lampen unmittelbar erhellt. Die Bahnhöfe in Bossons und les Houches versieht der Streckenstrom mit elektrischer Beleuchtung; um jedoch bei etwa auf der Strecke auftretenden Kurzschlüssen gegen ein Versagen der Beleuchtung gesichert zu sein, ist hierzu eine besondere Leitung von 2,5 mm von Chamonix aus verlegt. Auch hier ist ein besonderer Spannungsregler eingeschaltet.

Die Heizung der Wagen geschieht ebenfalls auf elektrischem Wege.

Auf den Bahnhöfen fällt die starke Belastung der Fläche durch die Schutzkasten der Stromzuleitung auf, die vorläufig den Eindruck erweckt, dafs eine derartige Anlage für gröfsere Verhältnisse und stark belastete Bahnhöfe mit erheblichem Verschiebe-Verkehre kaum durchführbar sein würde. Hier wickelt sich der Betrieb auf den kleinen, einfachen Bahnhöfen und bei geringem Güterdienste glatt ab. R—l.

Stromzuführungschiene der New-York Zentral-Bahn, mit Stromabnahme von unten.

(Railroad Gazette 1. Sept. 1905, S. 198. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 20 auf Tafel XXIV.

Die Bahn macht gegenwärtig Versuche mit einer neuen Anordnung der dritten Schiene; in Abb. 20, Taf. XXIV ist die alte links und die neue rechts gezeichnet. Die Doppelkopfschiene der neuen Anordnung wird in Abständen von 3,35 m von gufseisernen stromdichten Stützen gehalten. Die aus verglastem, scharf gebranntem Tone bestehende Stütze ist ⊔-förmig gestaltet und umfafst die Schiene nur lose, sodafs sie sich bei Längenänderungen frei bewegen kann. Nahe ihrem untern Rande ist die Stütze mit einer Nut versehen, in die einerseits ein Vorsprung des Stützenträgers, anderseits der Haken eines schweifseisernen Bandes greift, das an seinem andern Ende mit der Stütze verschraubt ist. Zwischen den stromdichten Stützen ist die Schiene mit einer aus drei Teilen bestehenden Holzverschalung bedeckt, die nur deren Unterfläche frei läfst. Diese im Vergleiche mit der bisherigen Anordnung einfache Holzverkleidung bedingt eine wesentliche Verminderung der Anlagekosten. Aufserdem sind auch die Unterhaltungskosten geringer, denn nach den bisherigen Erfahrungen sind Brüche der Stützen und der Holzverschalung wenig zu befürchten, auch ist die Schiene gut gegen Witterungseinflüsse und damit gegen Verrosten geschützt. Die Anordnung der Schutzverkleidung ermöglicht den Streckenarbeitern gefahrloses, unbehindertes und schnelles Arbeiten. Der Hauptvorteil der neuen Anordnung wird darin erblickt, dafs die stromführende Schiene so geschützt ist, dafs unbeabsichtigte Berührung ausgeschlossen erscheint. T.

Die Bauart der Gleise auf der Untergrundbahn in Philadelphia.

(The Engineering Record 1906, Februar, Band 53, S. 139.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 11 auf Tafel XXIV.

Zur Trockenlegung des Bodens ist unter den beiden äufseren Gleisen je ein Entwässerungskanal aus Tonrohren angeordnet. In Abständen von 15 m führen seitliche Abzweigungen nach den Aufsenseiten der Seitenwände. Die Hauptabzugsrohre führen zu einem Pumpensumpfe, wo das Wasser durch elektrisch betriebene, selbsttätig durch Schwimmer geregelte Schleuderpumpen in einen Kanal übergeführt wird.

Die ganze Fahrbahn kann mit dem Schlauche abgespült und durch Sümpfe in 15 m Teilung in den Orts-, in 150 m Teilung in den Fern-Gleisen trocken gelegt werden. Die Schienen der Ortsgleise ruhen auf gufseisernen Stühlen, welche mit den Schienen vollständig in Beton gebettet sind. Die Stühle sind in Abständen von 1,5 m angeordnet und oben mit Ansätzen versehen, in welchen wagerechte Richtschrauben angebracht sind. Die inneren Enden dieser Schrauben stofsen gegen Klemmplatten, welche den Schienenfufs fassen, sodafs die Schiene durch die Handhabung der Schrauben genau auszurichten ist. Die Schienen sind in einen in dem Beton ausgesparten Einschnitte verlegt, welcher nach dem Ausrichten der Schienen an der Aufsenseite bis Schienenoberkante und an der Innenseite bis an die Unterkante des Schienenkopfes mit Beton ausgefüllt wurde. Beim Auswechseln einer Schiene braucht dann nur der Beton in dem Einschnitte entfernt zu werden.

Auf der freien Strecke der Schnellzuggleise liegen die Schienen unmittelbar auf kiefernen Klötzen von 61 cm Länge, 25 cm Breite und 15 cm Höhe, auf welchen sie durch Klemmplatten und Schraubenbolzen befestigt sind. Diese Klötze sind auf zwei durchgehenden, 38 cm von einander entfernten ⊏-Eisen von 30 cm Höhe befestigt, welche in Beton gebettet und in Zwischenräumen oben und unten durch ⊏-Eisen miteinander

verbunden sind. Durch die eine Schiene jedes Ferngleises wird nur Strom für die Blocksignale geleitet. Sie ist an den Enden der Blockabschnitte stromdicht getrennt, in jedem Blockabschnitte bilden die beiden Schienen einen Signal-Gleisstromkreis.

Die Ortsgleise sind mit Oberleitung versehen. Die Ferngleise und die Hochbahn sollen mit einer Speiseschiene ausgerüstet werden, für die noch keine bestimmte Form gewählt ist. Vorläufig werden die Ferngleise mit Oberleitung versehen, welche bis zur Vollendung der Hochbahn benutzt werden soll.

Die Lüftung ist nicht nur durch die für die Bahnhöfe in den Strafsen mündenden Öffnungen, sondern auch durch besondere Kammern gesichert, welche mit aufsen stehenden Schornsteinen verbunden sind. An diesen Schornsteinen sind Vorrichtungen zum Aufstellen von Luftsaugern getroffen, doch glaubt man, dafs der natürliche Zug in den meisten Fällen genügt.

B—s.

Technische Litteratur.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen. Ergänzung zu »Stahl und Eisen«. Ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten des Eisenhüttenwesens im Jahre 1903. Im Auftrage des Vereines deutscher Eisenhüttenleute bearbeitet von O. Vogel. IV. Jahrgang. Düsseldorf 1906, A. Bagel. Preis 10 M.

Die Ausgabe derartiger Jahrbücher, die eine gedrängte Übersicht des Gebietes für einen bestimmten Zeitraum geben, gewissermafsen durch die ausführlichen Inhalts- und Quellenangaben einen Schlüssel zu dem sehr unübersichtlichen Inhalte der Zeitschriften bilden, bewährt sich seit Jahren auf verschiedenen Gebieten auf das beste. Für den Einzelnen ist das Gebiet, das er für seine Zwecke zu verfolgen hat, auch bei sorgsamster Einschränkung heute so ausgedehnt und namentlich auch innerlich so reich an zusammenhangslos verstreuten Veröffentlichungen, dafs es unmöglich ist, den Überblick aufrecht zu erhalten, wenn nicht die Einteilung in übersichtliche Gruppen als Sonderarbeit von gewiegten Kennern geleistet wird. Das ist die Aufgabe, die sich auch dieses Jahrbuch für das Hüttenwesen stellt, und die es sicher zur Zufriedenheit Aller löst. Der ganze Stoff ist in 15 begrifflich geschiedene Gruppen verteilt, die dann wieder Unterabteilungen haben, und in diesen sind die Quellenangaben für gleiche Gegenstände, tunlichst nach den Ursprungsländern geordnet, vereinigt.

So ist zwar ein gewisses Einleben in das Werk Vorbedingung der erspriefslichen Benutzung, aber man findet gleichartigen Stoff zusammen, wodurch dann auch die Aufrechterhaltung wissenschaftlicher Gesichtspunkte und Verbindungen ermöglicht wird, die bei rein buchstäblicher Ordnung nach Stichworten fehlen.

In die Quellenangaben sind da, wo es sich um besonders wichtige Dinge handelt, vielfach auch kurze Auszüge aus den Aufsätzen unter Mitteilung von Skizzen eingeflochten, sodafs das Werk nicht blofs ein Nachschlagebuch für Quellen bildet, sondern in vielen Beziehungen auch gleich sachliche Auskunft gibt.

Für unsere Leser hat das Werk durch den reichen Inhalt von Angaben über die im Eisenbahnwesen verwendeten Metalle und ihre Bearbeitung besondere Bedeutung.

Geschäftsanzeigen und Atlasse.

1. Aktiengesellschaft Mix und Genest, Telephon- und Telegraphen-Werke, Berlin.

Die trefflich ausgestattete Übersicht über die Leistungen des bekannten Werkes zeigt wieder einmal, dafs sich derartige Veröffentlichungen heute vielfach weit über gewöhnliche Anpreisungszwecke erheben, mindestens ein leistungsfähiges Mittel zur Gewinnung von Überblick für den im Betriebe Stehenden bilden, oft aber auch wissenschaftlichen Wert haben, insofern in ihnen das Ergebnis langjährigen Forschens und Versuchens zusammengedrängt ist. Wir empfehlen die Durchsicht der Anzeigen.

2. Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G. Mitteilung 10.

Diese Mitteilung des Werkes verdient in unserm Leserkreise ganz besondere Beachtung, denn sie bringt eine sehr lehrreiche und vollständige Sammlung von neueren Drehscheiben und Schiebebühnen, die das Werk ausgeführt hat, in Lichtbildern und Zeichnungen mit allen nötigen Angaben an Mafsen und Gewichten, so dafs ihr alle Auskünfte bei Planung derartiger Anlagen zu entnehmen sind. Besonders betonen wir elektrische Antriebe für Drehscheiben mit zwei wagerechten Triebrollen, die von Federn von beiden Seiten gegen den Kopf des Laufkranzes gedrückt werden, um grofse Zugkraft bei geringem Gewichte zu erzielen.

Der Atlas bringt eine Fülle von Erfahrungen und Anregungen.

Brockhaus' kleines Konversations-Lexikon. Fünfte, vollständig neu bearbeitete Auflage, in zwei Bänden. Erster Band A bis K. Mit 1000 Textabbildungen, 63 Bildertafeln, darunter 15 bunte, 221 Karten und Nebenkarten, sowie 34 Textbeilagen. Leipzig 1906, F. A. Brockhaus.

Auf das Erscheinen dieses kleineren, aber vorzüglich ausgestatteten und überraschend erschöpfenden Nachschlagewerkes haben wir schon wiederholt*) aufmerksam gemacht, und dabei die Vorzüge des Buches beleuchtet. Der vollständige erste Band liegt nun vor und verstärkt den günstigen Eindruck, den wir schon aus den Einzellieferungen empfingen. Insbesondere legt das Werk ein glänzendes Zeugnis für die Fortschritte der bildlichen Darstellung in Schwarz oder Farben und für den hohen Stand des Zeichnens und Vervielfältigens von Karten, bei denen das richtige Verhältnis zwischen Mafsstab, Vollständigkeit und Strichstärke in äufserst sachkundiger Weise getroffen ist.

Wir empfehlen unseren Lesern dieses Mittel zur Gewinnung reicher Anregung auch bei dieser Gelegenheit wiederholt.

*) Organ 1906, Seite 68, 87 und 108.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | **7. und 8. Heft. 1906.**

Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer 2/5 gekuppelten Vierzylinder-Lokomotive Grafenstadener Bauart.

Von **Leitzmann,** Regierungs- und Baurat zu Hannover.

Hierzu Abb. I und II auf Text-Tafel A, und Zeichnungen Abb. 1 bis 16 auf Tafel XXVIII und Abb. 17 bis 37 auf Tafel XXIX.

In der nachfolgenden Darstellung der Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer 2/5 gekuppelten Lokomotive der Bauart de Glehn werden die folgenden Bezeichnungen gebraucht:

- $\mathfrak{D}$ Dampfverbrauch für einen Kolbenhub.
- $\mathfrak{R}$ Rückstände auf dem Roste.
- $\mathfrak{R}'$ „ in der Rauchkammer.
- $\mathfrak{V}$ Tenderwasserverlust.
- $\mathfrak{V}'$ Kesselwasserverlust.
- $\mathfrak{V}''$ Dampfverlust.
- $\mathfrak{k}$ Kohlenverbrauch für 1 qm Rostfläche in der Stunde.
- $\mathfrak{k}_1$ Kohlenverbrauch für 1 qm Heizfläche in der Stunde.
- $\mathfrak{m}$ Berechneter Dampfverbrauch für 1 P.S.St.
- $\mathfrak{v}$ Dampfgeschwindigkeit.
- C Überschüssige Fliehkraft.
- D Triebraddurchmesser.
- F Rostfläche.
- G, G', G'' Zuggewichte.
- G_1, G_1' Lokomotivgewicht mit und ohne Tender.
- G_2 Triebachslast.
- H Heizfläche.
- K Kohlenverbrauch auf der Fahrt.
- K' „ zum Anheizen.
- $K_1 = K + K'$ Kohlenverbrauch im ganzen.
- L Leistung der Lokomotive für den Wagenzug.
- L_1 Leistung der Lokomotive für sich.
- L_i Aus den Schaulinien ermittelte Leistung im Beharrungszustande.
- L_m Mittlere Leistung nach den Dampfspannung-Schaulinien.
- M Wasserverbrauch aus d. Tender.
- M' „ „ „ Kessel.
- $M_1 = M + M'$ Wasserverbrauch im ganzen.
- M_2 Wasserverbrauch der Maschine.
- M_3 Dampfentwickelung.
- V Kolbengeschwindigkeit.
- Z Zugkraft für den Wagenzug.
- Z_1 „ für die Lokomotive.
- Z_i Zugkraft nach den Dampfspannung-Schaulinien im Beharrungszustande.
- Z_m Mittlere Zugkraft nach den Dampfspannung-Schaulinien.
- a Festwert.
- a_1 Fester Achsstand.
- b Festwert.
- d Kolbendurchmesser. Hochdruck
- d' „ Niederdruck.
- c Verhältnis der Kolbenflächen $= d'^2 : d^2$
- f Dampfdurchgangsquerschnitte.
- h Kolbenhub.
- k Kohlenverbrauch in der Stunde während der Fahrt.
- k_1 Kohlenverbrauch in der Stunde im ganzen.
- l Länge der Lokomotive.
- l' „ „ Kurbelstange. Hochdruck.
- l'' „ „ „ Niederdruck.
- m Wasserverbrauch in der Stunde aus dem Tender.
- m_1 Wasserverbrauch in der Stunde im ganzen.
- m_2 Wasserverbrauch in der Stunde der Maschine.
- m_3 Dampfentwickelung in der Stunde.
- n, n', n'' Bahnneigungen in ‰.
- p Dampfüberdruck im Kessel.
- p_1 „ „ Hochdruckschieberkasten.
- p_m Mittlerer wirklicher Dampfdruck. Hochdruck.
- p_m' Mittlerer wirklicher Dampfdruck. Niederdruck.
- p_{m_1} Zusammengesetzter, mittlerer, wirklicher Dampfdruck $= p_m + c \cdot p_m'$.
- p_r Dampfüberdruck im Verbinder.
- p_r Rückdruck in den Niederdruck-Zylindern.
- q Wärme des Speisewassers.
- r Länge der Kurbel.
- s Wegestrecken.
- t Zeiten und Wärmestufen.
- $u = 100^2 \frac{(d^m)^2 h^m}{D^m}$ Wertziffer für die Stärke der Maschine.
- v Zug-Geschwindigkeit.
- v_m Mittlere „
- v_0 Grund- „
- w Eigenwiderstand der Wagen für die Gewichtseinheit.
- w_1 und w_{m_1} Eigenwiderstand der Lokomotive.
- w_m Mittlere Eigenwiderstände.
- x Schwerpunktsabstand der Lokomotive von der ersten Triebachse nach hinten.
- z Umdrehungszahl.
- γ Gewichts-Verhältnis des Dampfes.
- ε Füllungsgrad. Hochdruck.
- ε' „ Niederdruck.
- ζ Heizkraft der Kohle.
- η Dampfverwertung.
- $\varkappa$ Kohlenverbrauch für die Leistungs- und Zeit-Einheit.
- λ Wärme des Dampfes im ganzen.
- ξ Verdampfungsziffer der Kohle.
- φ Unterdruck.
- ω Winkelgeschwindigkeit.

I. Beschreibung der Versuchslokomotive.

Die auf beigehefteter Text-Tafel A, Abb. I und II dargestellte Grafenstadener Lokomotive der Bauart de Glehn hat zwei getrennte Triebwerke und Steuerungen. Die aufsen liegenden Hochdruckzylinder wirken auf die zweite, die innen angebrachten Niederdruckzylinder auf die vordere, gekröpfte Triebachse

Beide Maschinen sind zur Sicherung vollkommener Gegenläufigkeit der geradlinig bewegten Triebwerksmassen durch Kuppelstangen verbunden.

Der Kessel hat Belpaire'sche Feuerbuchse mit flacher Decke, die grofsen Dampfraum und an der Stelle der stärksten Verdampfung, über der Feuerbuchsdecke, bei Schwankungen des Wasserstandes möglichst unveränderliche Verdampfungsfläche im Wasserspiegel bietet.

Die Feuerbuchse liegt zwischen den Rahmen, der Rost ist geneigt, die Feuertür nach Webb hergestellt. Der Langkessel besteht aus drei Schüssen, deren vorderer den Dom

trägt. Die Kappe des Domes ist zur Verminderung des Gewichtes als Körper gleicher Festigkeit, als Halbkugel ausgebildet.

Die Seitenwände der Feuerbuchse sind in der üblichen Weise mit den Wänden des Mantels durch kupferne Stehbolzen verbunden, die beiden flachen Decken durch senkrechte Anker, deren beide vorderen Reihen beweglich sind. Die flachen Teile der Seitenwände sind durch wagerechte Queranker abgesteift. Die hintere Mantelwand trägt Versteifungen aus T-Eisen, und zwei Längsanker gehen von dieser Wandung nach den flachen Teilen der vordern Mantelwand, vier andere nach dem Rundkessel. Die Feuerbuchsrohrwand ist mittels der üblichen Schleppanker und die vordere Rohrwand durch zwei Blechanker mit dem Langkessel verbunden. Die Heizrohre sind glatt.

Die innen liegenden Hauptrahmen sind durch die Bufferbohle aus Stahlgufs, die Niederdruckzylinder, eine unter diesen befindliche, den Drehgestellzapfen enthaltende Blechplatte, einen Stahlgufskasten, sowie durch eine zwischen den beiden Triebachsen beginnende, bis dicht vor den Feuerkasten reichende Verstrebung aus drei Blechplatten mit einander verbunden, deren obere den mittlern Kesselträger aus Stahlgufs aufnimmt. Weitere Rahmenverstrebungen bilden ein vierkantiges Stück vor der hintern Laufachse, ferner ein Rundeisen zwischen den beiden Trägern der Ausgleichhebel und der hintere Zugkasten.

Haupt- und Sicherheitskuppelbolzen sind in einem Stahlgufsstücke gelagert.

Das Drehgestell hat zum Zwecke der Gewinnung von Raum für die Niederdruckzylinder und das innere Triebwerk Aufsenrahmen, die durch ein mittleres Stahlgufsstück, das als Führung für das Drehzapfenlager dient, und durch zwei geschmiedete Endverstrebungen verbunden sind. Die Rückstellung aus der Seitenverschiebung erfolgt durch zwei gemeinschaftlich wirkende Wickelfedern.

Das Drehgestell ruht auf vier unabhängigen Federn, die über den Achsbuchsen liegen. Die Last wird auf das Gestell durch zwei seitliche, unmittelbar unter dem Hauptrahmen liegende Kugelzapfen übertragen. Das Drehgestell kann also in der Längs-, aber nicht in der Querrichtung kippen.

Die Federn der Trieb- und hinteren Lauf-Räder sind unter den Achsbuchsen mittels Doppelgelenkes aufgehängt, ihre Schrauben werden nur auf Zug beansprucht. Die Tragfedern sind durch Ausgleichhebel verbunden.

Die Kurbelachse ist aus Nickelstahl hergestellt.

Die Bremse wirkt wegen baulicher Schwierigkeiten mit nur je einem Klotze auf die vier Triebräder und die hinteren Laufräder.

Der Tender fafst 20 cbm Wasser und 5 t Kohlen und ruht auf zwei Drehgestellen.

Die preufsische Regel-Tenderachse mit Buchsen, Federn und Führungen ist beibehalten, weshalb die Drehgestelle Aufsenrahmen besitzen, die durch eine mittlere und zwei Endverstrebungen und Schrägen versteift sind. Die Gestelle drehen sich um einen in die mittlere Verstrebung eingreifenden Zapfen ohne Seitenverschiebung und ruhen auf je vier unabhängigen, auf den Achsbuchsen sitzenden Federn. Die Last wird auf diese unabhängig vom Drehzapfen durch zwei seitliche Kugelzapfen übertragen in der Art, dafs die durch seitliche Schwankungen des Wassers entstehenden einseitigen Überlastungen möglichst kein Wanken des Tenders erzeugen können, da die seitlichen Kippbewegungen verhindert sind.

Der Tenderrahmen besteht aus zwei längslaufenden ⊏-Eisen, die durch den Zugkasten, die die Drehzapfen der Gestelle tragenden Verstrebungen, ein den Bremszylinder tragendes Querstück in der Mitte des Tenders, die Bufferbohle und durch eingebaute Schrägen versteift sind. Zug- und Stofsvorrichtungen entsprechen der üblichen Bauart.

Der Wasserkasten hat obere flache Decke und ruht auf dem Rahmen so, dafs er von diesem ohne Beeinträchtigung seiner Dichtheit abgenommen werden kann. Die Bremse wirkt mit zwei Klötzen auf jedes Rad. Die Handbremse wirkt unabhängig von der Luftdruckbremse als gewöhnliche Wurfhebelbremse.

Die Abmessungen und Verhältniszahlen sind in Zusammenstellung I angegeben.

II. Feststellungen an der Lokomotive vor den Versuchen.

Nach sorgfältiger Durchregelung der Steuerungen, sowohl auf Grund zweckmäfsiger Voreilungen, als auch mit Bezug auf die im Betriebsdienste am meisten benutzten Füllungsgrade, wurden diese für jede Zahnlücke der Steuerscheibe an allen vier Zylindern und auf beiden Kolbenseiten ausgemessen, wie in Abb. 1 und 2, Taf. XXVIII dargestellt ist, ebenso die Schieberwege der geraden Schieberöffnungen für alle Füllungsgrade von 10 zu 10 % des Kolbenhubes und die Grenzlagen der Steuerung gemäfs Abb. 3 bis 6, Taf. XXVIII, die auch die Schieberabmessungen zeigen.

III. Ausrüstung der Lokomotive für die Versuche.

a) Zur Erkennung der benutzten Füllungsgrade wurden die betreffenden Zahnlücken der Steuerscheiben von der mit 0 bezeichneten Mittelstellung aus bis zur Auslage der beiden Steuerungen mit den Ziffern von 0 bis 50 und 0 bis 48 versehen.

b) Folgende Spannungsmesser wurden angebracht:
   1. an den Hochdruckschieberkästen und der Dampfeinströmung, um den Druckabfall zu beobachten,
   2. am Verbinder,
   3. an den linksseitigen Dampfzylindern zur Aufnahme der Spannungsteilungen für die daselbst angebrachten Schaulinienzeichner.

c) Diese Schaulinienzeichner waren ohne Schnur mit Zahnstangenbetrieb, daher nach jeder Richtung zwangläufig eingerichtet, so dafs der Dampfzugang und die Spannungszeichnung selbst einfach und sicher vom Führerstande aus und zu den richtigen Zeitpunkten bewirkt werden konnte.*)

d) Zwei Unterdruckmesser zur Bestimmung der Luftver-

*) Der Verfasser hat diese Einrichtung, die sich gut bewährt, schon seit Jahren angewandt und genaueres darüber in den Verhandlungen zur Beförderung des Gewerbefleifses, 1895, S. 72, veröffentlicht.



Text-Tafel A.

Abb. I.

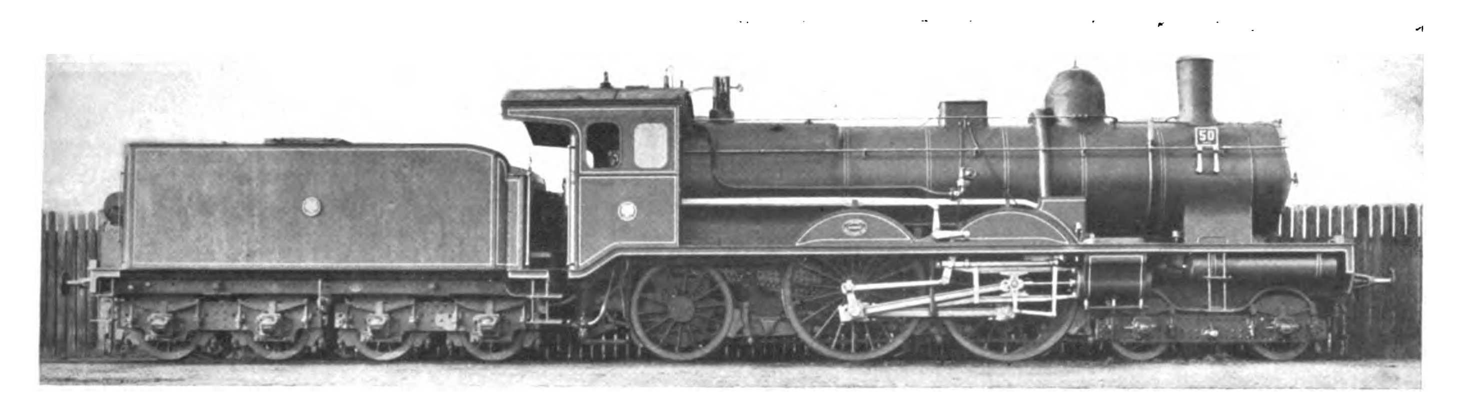
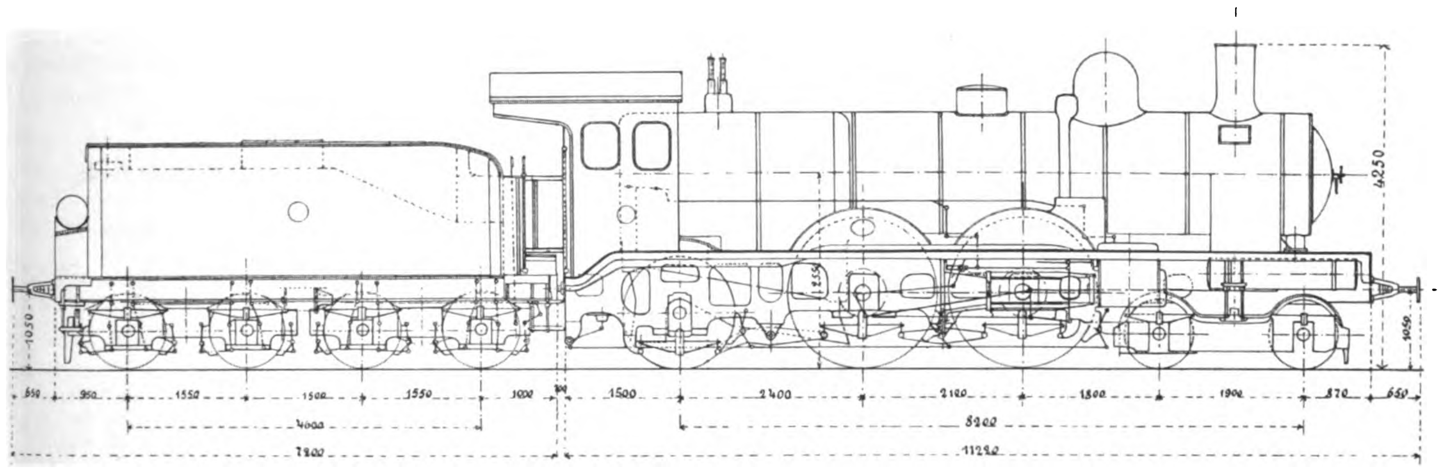
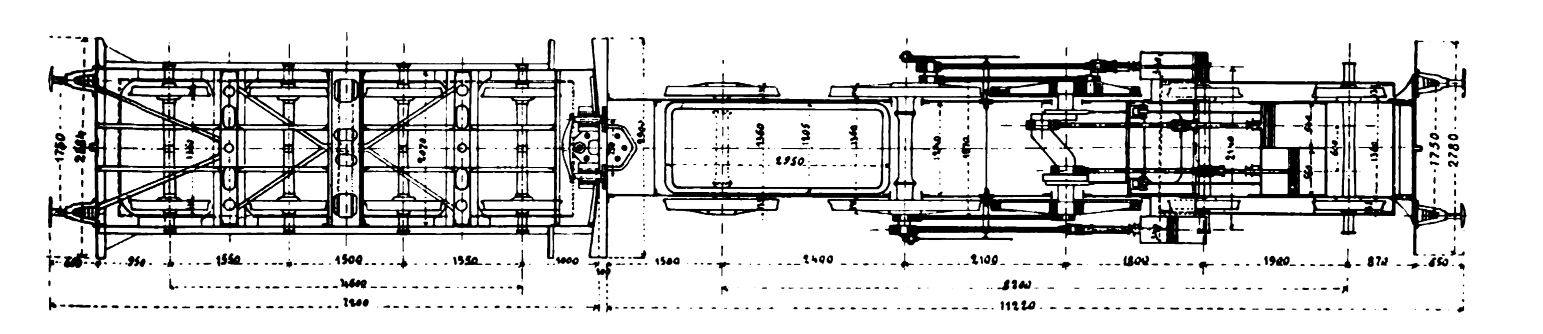


Abb. II.





Zusammenstellung I.

	Einheit	Hochdruck	Niederdruck
Zahl der Zylinder	—	4	
Dienstzeit seit der Anlieferung	—	1 Jahr 10 Monate	
Seit der Anlieferung sind durchlaufen	km	133651	
Kolbendurchmesser d und d'	m	0,340	0,560
Kolbenhub h	„	0,640	0,640
Triebraddurchmesser D	„	1,967	
Rostfläche, ganze, F	qm	2,72	
Rostfläche, freie	„	1,10	
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbuchse	„	14,55	
„ „ „ Heizrohre	„	140,72	
Heizfläche, ganze, H	„	155,27	
Zahl der Heizrohre	—	237	
Durchmesser der Heizrohre innen	mm	45	
„ „ „ aufsen	„	50	
Länge der Heizrohre zwischen den Rohrwänden	„	4200	
Lichter Durchmesser des mittlern Kesselschusses	„	1456	
Tiefe der Feuerbuchse zwischen Rost und Heizrohren	„	913	
Dampfüberdruck p	at	14	
Länge der Kurbelstange l', l''	mm	l' = 2200	l'' = 1800
Stärke der Kolbenstange, vorn	„	—	55
„ „ „ , hinten	„	65	65
Geradliniges Spiel der Kolben, vorn	„	15	18
„ „ „ „ , hinten	„	20	12
Innerer Durchmesser der Einströmrohre	„	110	120
„ „ „ Ausströmrohre	„	120	200
Engster Querschnitt der Einströmung	qcm	78,54	113,10
„ „ „ Ausströmung	„	113,10	196,14
Querschnitt der gröfsten Regleröffnung	„	62,72	
Blasrohrdurchmesser	mm	136	
Blasrohrquerschnitt	qcm	145,27	
Höhe der Blasrohrmündung über Kesselmitte	mm	277	
Höhe der Unterkante der Regleröffnung über dem mittlern Wasserspiegel	„	916	
Gröfse des mittlern Wasserspiegels	qm	8,69	
Dampfraum des Kessels	cbm	1,8	
Wasserraum „ „	„	5,7	
Schädlicher Raum in % des Hubinhaltes vorn	%	16,5	8,2
„ „ „ „ „ „ hinten	„	16,0	8,1
Dampfberührte Fläche des schädlichen Raumes, vorn	qm	0,54	1,13
Dampfberührte Fläche des schädlichen Raumes, hinten	„	0,49	0,81
Inhalt des Schieberkastens	cbm	0,049	0,077
Dampfberührte Fläche des Schieberkastens	qm	1,31	1,82
Ganzer Inhalt des Verbinders	cbm	0,438	
Dampfberührte Fläche des Verbinders	qm	0,688	
Stärke des Kesselsteins auf der Feuerbuchse	mm	1	
„ „ „ „ den Heizrohren	„	1,5	
Mittenverschiebung	„	90	90
Voreilwinkel	°	89	88 1/2
Gerade Voreilung, vorn	mm	7,5	7,5
„ „ , hinten	„	6,5	6,5

	Einheit	Hochdruck	Niederdruck
Äufsere Deckung	mm	27	27
Innere „	„	—3	—5
Höhe der Dampfkanäle	„	300	480
Breite „ „	„	40	42
Stärke der Radreifen	„	75	
Höhe der Kesselmitte über S.O.	„	2550	
Zulässige Geschwindigkeit	km/St	100	
Laufraddurchmesser, vorn	mm	900	
„ , hinten	„	1440	
Achsstand des Drehgestelles	„	1900	
Fester Achsstand zwischen Trieb- und Kuppelachse	„	2100	
Ganzer Achsstand	„	8200	
Ganze Länge von Lokomotive und Tender mit Buffer, l	„	11220	
Bauart des Drehgestelles	—	Grafenstaden	
Drehzapfen seitlich verschiebbar ±	mm	45	
Drehung des Gestelles ±	°	3	
Mittelstellvorrichtung Bauart	—	Grafenstaden	
Anfangspannung	t	1,80	
Endspannung	„	3,85	
Leergewicht der Lokomotive	„	59	
Dienstgewicht „ „ G'_1	„	65	
Erste Achse	„	9,4	
Zweite „	„	9,4	
Dritte „	„	16	
Vierte „	„	16	
Fünfte „	„	14,2	
Triebachsgewicht G_2	„	32	
Leergewicht des Tenders	„	22	
Dienstgewicht „ „	„	46,7	
1. Tenderachse	„	11,6	
2. „	„	11,6	
3. „	„	11,7	
4. „	„	11,8	
Ganzes Dienstgewicht der Lokomotive und des Tenders G_1	„	111,7	
Kohlengewicht	„	5	
Wassergewicht	„	20	
$u = 100^2 \cdot \frac{0{,}34^2 \cdot 0{,}64}{1{,}967} =$	cm^2	375,1	
$u(p+1) = 375{,}1 \cdot 15$	kg	5627	
Heizfläche : Rostfläche, H : F	—	57	
Heizfläche : u, H : u	$\frac{qm}{cm^2}$	0,41	
Heizfläche : u (p + 1), H : u (p + 1)	$\frac{qm}{kg}$	0,028	
Heizfläche : Triebachslast, H : G_2	qm/t	4,86	
Lokomotivgewicht ohne Tender: Ganze Länge, $G_1' : l^m$	t/m	5,79	
Lokomotivgewicht ohne Tender: Heizfläche, $G_1' : H$	t/qm	0,419	
Länge der Kurbelstangen: Kurbelhalbmesser	—	$2l' : h = 6{,}875$	$2l'' : h = 5{,}625$
Verhältnis c der Kolbenflächen $\frac{d'^2}{d^2}$	—	2,71	
$u(p+1) : G_2$	kg/t	176	

dünnung in der Feuerbuchse und Rauchkammer in cm Wassersäule.

e) Eine Teilung für den Wasserstand im Kessel, neben dem Wasserstandsglase.

f) Eine Vorrichtung auf der vordern Bufferbohle zum Aufzeichnen der schlingernden Bewegungen.

g) Ein selbstschreibender Kraftmesser zur Bestimmung der Zugkraft am Tenderzughaken.

h) Vier Wasserstandsgläser an den Ecken des Tenders zur genauen Feststellung des Wasserverbrauches.

Von der Anbringung eines Geschwindigkeitsmessers wurde bei den eigentlichen Leistungsversuchen abgesehen, da die Beobachtungen des leitenden Beamten mit der Geschwindigkeitsuhr in Minutenabständen genügt.

IV. Vorversuche.

Zunächst wurde durch eine Reihe von Versuchsfahrten mit 40 Achsen auf wagerechter Strecke die zweckmäfsigste Blasrohröffnung nach folgenden Gesichtspunkten ermittelt.

Mit vergröfserter Blasrohröffnung nimmt die zur Dampfbildung unentbehrliche Saugwirkung, demnach auch die Dampfbildung ab, ebenso mindern sich die durch den Auswurf entstehenden Kohlenverluste, von denen sich ein Teil in der Rauchkammer ansammelt und die Heizrohre zusetzt, sowie der schädliche Rückdruck in den Niederdruck-Zylindern. Daher mufs es bei einer vorgeschriebenen Dampfentwickelung eine bestimmte Blasrohröffnung geben, die zwischen den unvermeidlichen Nachteilen und den gestellten Anforderungen vermittelt.

Der Verfasser hat bei früheren Versuchen*) diese Verhältnisse näher untersucht und gefunden, dafs es im allgemeinen zweckmäfsig ist, die Saugwirkung gröfser zu nehmen, als bisher. Als Ergänzung ist den früheren Ergebnissen folgendes hinzuzufügen.

Aus den Abb. 7 und 8, Taf. XXVIII sind die hier auftretenden Erscheinungen deutlich zu erkennen. In diesen Auftragungen ist bildlich dargestellt, wie bei einer von 100 bis 145 qcm oder 0,65 bis 0,94 qcm für 1 qm der ganzen Heizfläche zunehmenden Blasrohrweite die Saugwirkung φ, der Dampfverbrauch m_2, der Füllungsgrad ε, die Zuggeschwindigkeit v, demnach auch die Leistung L_i nach den Dampfspannungs-Schaulinien und der Kohlenverbrauch k, die Rauchkammerlösche K' und der Rückdruck p_r in den Niederdruck-Zylindern abnehmen.

Abb. 8, Taf. XXVIII zeigt noch besonders, dafs zwar die Leistung nach den Schaulinien durch eine Verstärkung der Saugwirkung erhöht werden kann, jedoch nur unter Steigerung des Kohlen- und Dampfverbrauches, also unter Verschlechterung der Wirtschaft. Zugleich konnte das wichtige Ergebnis erzielt werden, dafs es sich in diesem Falle wirtschaftlich nicht empfiehlt, über eine Saugwirkung von 18 cm hinauszugehen, da die Leistung bereits bei 24 cm trotz fortgesetzter Steigerung des Kohlenverbrauches nicht mehr gröfser wird.

Ferner hat sich bei diesen Versuchen herausgestellt, dafs die Luftverdünnung, also auch der Luftzug über der Feuerung infolge des Widerstandes, den die Heizrohre der Fortbewegung der Heizgase entgegensetzen, etwa nur 0,6 von der in der Rauchkammer, also viel geringer, ist als diese. Bei den jetzt folgenden Versuchen mit Serve-Rohren wird sich herausstellen, dafs dieses Verhältnis der Zugwirkungen noch ungünstiger ist, so dafs eine weitere erhebliche Steigerung der Saugwirkung in der Rauchkammer zur Hervorbringung der gröfsten Lokomotivleistung unerläfslich erscheint.

Ferner sind als Vorversuche ebenso wie früher, mit der Lokomotive Beschleunigungs-, Aus- und Ablauf-Versuche zur Bestimmung der Eigenwiderstände ausgeführt.

V. Die eigentlichen Versuchsfahrten.

Die Versuche, die die Feststellung der Lokomotivkraft in Gestalt der für den Dienst erforderlichen Leistungsübersichten bezwecken, verlangen peinliche Sorgfalt der Durchführung und fortwährende Nachprüfung. Selbstverständlich ist der Regler stets so weit zu öffnen, dafs jede Drosselung des Dampfes vermieden wird; nur bei Schleudern der Triebräder und etwa eintretender Dampfnässe, die vermieden werden kann, mufs der Regler auf einige Augenblicke etwas geschlossen werden. Der Füllungsgrad ergibt sich bei jeder Zugstärke von selbst nach dem Grade der Dampferzeugung, der an der Dampfspannung und dem Stande des Kesselwassers, die beide auf regelmäfsiger Höhe zu halten sind, zu erkennen und unausgesetzt zu beobachten ist. Hierbei ist aber stets besonders darauf zu achten, dafs die Behandlung des Feuers in möglichst zweckmäfsiger Weise erfolgt.

Die durch solche Versuche erlangten Ergebnisse sollen ausschliefslich den Beharrungszuständen der Dampferzeugung und der bewegenden Kraft entsprechen, sodafs die beschleunigende und verzögernde Kraft unter allen Umständen aufser Frage bleiben. Bei jeder noch so geringen Beschleunigung oder Verzögerung geht das Urteil über die Leistungsfähigkeit der Maschine verloren. Indes sind diesmal, abweichend von den früheren Versuchen, auch einige Fahrten mit geringerer Leistung ausgeführt worden, da solche im Dienste öfters vorkommen und die Gelegenheit boten, auch diese Verhältnisse etwas genauer kennen zu lernen, sowie das Gesetz der Abhängigkeit der Saugwirkung, der Dampfbildung, des Dampfverbrauches von der Zuggeschwindigkeit und unter sich auch im allgemeinen aufserhalb der gröfsten Leistung festzustellen.

Um den Kohlenverbrauch einwandsfrei zu ermitteln, wurde jedesmal zur Anheizung der Lokomotive eine vorher bestimmte Menge Prefskohlen bereit gelegt und der Vorrat für die nachfolgende Versuchsfahrt so übersichtlich auf dem Tender gestapelt, dafs Bestand und Verbrauch schnell und sicher festgestellt werden konnten. Auch die Ölausgabe wurde besonders überwacht.

*) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses, 1900, S. 51

Da es sich vorzugsweise darum handelt, die Lokomotivkraft für verschiedene Neigungen und Geschwindigkeiten zu ermitteln, so ist es unerläfslich, die Versuche auf wenigstens vier möglichst ungleichen Neigungen auszuführen; in diesem Falle geschah es auf 1 : ∞, 1 : 200, 1 : 100 und 1 : 30. Da die Eisenbahndirektion Hannover nicht über alle vier Strecken verfügt, so wurden die Versuchsfahrten für 1 : 100 auf der Strecke Hettstädt-Mansfeld im Bezirke der Eisenbahndirektion Magdeburg und für 1 : 30 auf der Strecke Erkrath-Hochdahl der Königlichen Eisenbahndirektion Elberfeld ausgeführt.

Hierbei ist folgendes zu beachten. Die Zugkraft einer Lokomotive setzt sich aus drei Teilen zusammen; sie ist

$$Z = G_1^t w_1^{kg/t} + G^t w^{kg/t} + (G_1^t + G^t) n^{0/00}.$$

Da nun w_1 und w wegen ihrer Abhängigkeit von der Geschwindigkeit schwierig und nur durch eine gröfsere Zahl besonderer umständlicher Versuchsfahrten ermittelt werden können, so erhält man den Wert von Z um so sicherer, je gröfser die Steigung ist, da dann der dritte, ganz bekannte Teil die beiden anderen überwiegt. Daher kann eine, wenn auch nur geringe Zahl von Versuchen auf steiler Strecke nicht entbehrt werden, wenn die Versuchslokomotive auch für solche nicht bestimmt ist. Man erlangt dadurch eine von der schwierigen Aufnahme der Dampf-Schaulinien möglichst unabhängige Ermittelung der Zugkraft. Allerdings besitzt eine genau wagerechte Versuchstrecke auch ihren Vorzug, da auf ihr durch Rückfahrten der Einflufs des Kopfwindes festgestellt und bei der Beurteilung der Zugkraft ausgeschieden werden kann. Der Einflufs des Seitenwindes kann nur durch vergleichende Versuche mit dem Kraftmesser, oder durch Ablaufversuche gefunden werden. In früheren Veröffentlichungen*) hat sich der Verfasser in Ermangelung von Versuchsergebnissen bemüht, dieses Bewegungshindernis durch Rechnung festzustellen.

Folgende Versuchsfahrten wurden ausgeführt:

Zusammenstellung II.

Neigung	Strecke	Zahl
1 : ∞	Lehrte-Gardelegen	50
1 : 200	Ülzen-Brockhöfe	18
1 : 100	Hettstädt-Mansfeld	15
1 : 30	Erkrath-Hochdahl	7
	Zusammen:	90

Es war diesmal möglich, nur vierachsige Schnellzugswagen zu benutzen, wodurch die Sicherheit der Ergebnisse erhöht wurde. Sind aber Versuche mit anderen Wagen anzustellen, so müssen die verschiedenen Eigenwiderstände in Betracht gezogen werden.

Um noch einen anderen Überblick über die Ausdehnung der Versuche zu gewinnen, sind in Zusammenstellung III die Grenzwerte angegeben, zwischen denen sich die Versuche bewegten.

*) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses 1900, S. 68.

Zusammenstellung III.

		von	bis	
Neigung der Versuchsstärke	n	0	33	0/00
Zugstärke	—	0	100	Achsen
Zuggewicht	G	0	831	t
Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande	v	19	108	km/St.
Umdrehungszahl der Triebachsen	z	0,9	4,8	Sek.
Hochdruckfüllung	ε	25	65	%
Saugwirkung in der Rauchkammer	φ	2	24	cm
Mittlerer zusammengesetzter wirklicher Dampfdruck	p_{mi}	5,0	17,4	kg/qcm
Mittlerer Überdruck in den Hochdruckschieberkästen	p_i	12,9	14,0	„
Mittlerer Überdruck im Verbinder	p_r	0,9	5,0	„
Zugkraft nach den Dampfdruck-Schaulinien	Z_i	2300	7530	kg
Zugkraft am Zughaken	Z	0	6690	„
Leistung nach den Dampfdruck-Schaulinien	L_i	320	1070	PS.
Leistung am Zugkaken	L	0	713	„

Hierzu sei bemerkt, dafs die letzte Ziffer, die die gröfste Nutzleistung darstellt, auf der wagerechten Versuchstrecke bei 60 Achsen mit 90 km/St. Geschwindigkeit erreicht wurde.

Ferner schwankte der Kohlenverbrauch k zwischen 673 und 1370 kg/Stunde und der Wasserverbrauch m zwischen 4633 und 13656 kg/Stunde.

Um bei diesen Versuchen alle möglichen, auch wissenschaftlichen Ergebnisse zu erlangen, wurden folgende Gröfsen festgestellt:

1. die Füllungsgrade,
2. die Beharrungsgeschwindigkeiten,
3. die Beschleunigungen,
4. die mittleren wirklichen Dampfspannungen im Kessel,
5. die mittleren wirklichen Dampfspannungen in den Hochdruckschieberkästen,
6. die mittleren wirklichen Dampfspannungen im Verbinder,
7. die Saugwirkung,
8. die Dampfverteilung in den Zylindern,
9. die Dampfdruck-Schaulinien,
10. die aus den Schaulinien folgenden und die wirklichen Zugkräfte und Leistungen,
11. der Kohlenverbrauch,
12. die Kohlenverluste,
13. der Dampfverbrauch,
14. die Dampfentwickelung,
15. die Wasser- und Dampfverluste.

Die folgenden zum Teil nur wissenschaftlichen Untersuchungen haben insofern auch einen praktischen Zweck, als sie zur Gewinnung einer einfachen Theorie der Lokomotive beitragen, die zur Bestimmung der Lokomotivkraft und des Dampfverbrauches dienen kann, ohne künftig umfassende, zeitraubende und kostspielige Versuche ausführen zu müssen.

VI. Die Versuchsergebnisse.

Von den 90 ausgeführten Versuchsfahrten sind zunächst nur die vier Nr. 11, 4, 1 und 3, und zwar für jede Versuchsstrecke eine, als Beispiel herausgegriffen, um zu zeigen, welche Beobachtungen überhaupt angestellt worden sind.



Zusammenstellung IV enthält die erlangten Beobachtungswerte.

Zusammenstellung IV.

Gegenstand	Einheit	Fahrt Nr. 11	4	1	3
Bahnneigung	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
Zugstärke	Achsen	40	28	24	4
Ganze Fahrzeit	Min.	67½	7	14	6¼
Durchschnittliche Geschwindigkeit	km/St.	91	62	39	27
Gröfste erreichte „	„	108	76,2	49	34
Kohlenverbrauch zum Anheizen	kg	838	nicht gemessen		
„ auf der Fahrt	„	1541			
Länge der durchfahrenen Strecke	km	102	6,2	9,2	2,8
Wasserverbrauch aus dem Tender	kg	15147	612	1287	482
„ „ „ Kessel	„	600	700	125	200
Ölverbrauch: Mineralöl	„	4,63	nicht gemessen		
„ Mischöl	„	1,1			
„ Talg	„	—			
Rückstände: Rauchkammer	„	215			
„ Aschkasten	„	127			
Wind-Stärke	Nr.	2	2	3	2
Wind-Richtung und deren Verhältnis zur Fahrrichtung	—	↓ I →	→ W ←	→ ← SW	→ ↑ S
Beharrungszustand: Hochdruckfüllung	%	44,2	44,2	53,1	65
„ Niederdruckfüllung	„	80,1	80,1	80,1	80,1
„ Geschwindigkeit	km/St.	94	76,2	49	34
Strahlpumpe angestellt	mal	29	5	8	4
Wasserverlust der Strahlpumpe	kg	174	30	48	24
Rauchkammerspritze benutzt	mal	14	—	2	—
Wasserverlust	kg	168	—	24	—
Luftpumpe, voller Gang	Min.	23	8	11	6
„ Dampfverlust	kg	53	18,4	25,3	14
Kohlenspritze benutzt	mal	13	—	—	—
„ Wasserverlust	kg	130	—	—	—
Gemeinschaftsöler im Gange	Min.	67½	7	14	6
„ Dampfverlust	kg	84	8,8	18,5	8

In Zusammenstellung V sind die Förderleistungen mitgeteilt.

Zusammenstellung V.

Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 11	4	1	3
Bahnneigung	—	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
Länge der Versuchstrecke	km	s	102	6,2	9,2	2,8
Zugstärke	Achsen	—	40	28	24	4
Zuggewicht	t	G	333	223	196	35
Gewicht einer Achse	„	—	8,33	8,00	8,16	8,67
Achskilometer	—	—	4080	174	221	11,2
Nutztonnenkilometer	—	Gs	33966	1380	1801	97,1
Durchschnittliches Lokomotivgewicht	t	G_1	99	95	106	107
Bruttotonnenkilometer	—	$(G_1 + G)s$	44064	1975	2777	397,2

Weiter zeigt Zusammmenstellung VI die berechneten Leistungen im Beharrungszustande und Zusammenstellung VII dieselben im Durchschnitte.

Der Verbrauch an Dampf, Heiz- und Schmierstoff folgt aus den Zusammenstellungen VIII bis X.

Die übrigen Angaben sind gröfstenteils nicht blofs aus diesen vier, sondern aus allen Versuchsfahrten hervorgegangen.

Dem Zwecke der Versuche entsprechend sind insbesondere die Zuglasten bestimmt worden, die die Versuchslokomotive auf verschiedenen Steigungen dauernd befördern kann; sie sind in Abb. 9, 10 und 11, Taf. XXVIII und in Zusammenstellung XI angegeben.

Abb. 9, Taf XXVIII zeigt in ihren ausgezogenen Linien die Versuchsergebnisse auf den vier Versuchstrecken, in den gestrichelten die hieraus durch Zwischenrechnung gefundenen Leistungen.

Abb. 10, Taf. XXVIII zeigt die unter Vertauschung der Koordinaten bewirkte Zwischenrechnung selbst, die Zuglasten G sind als Abhängige von der Steigung 1 : n bei unveränderlicher Geschwindigkeit v dargestellt.

Zusammenstellung XI enthält die durch diese Zwischenrechnung ergänzte, für den Lokomotivdienst bestimmte Leistungsübersicht.

Besondere Beachtung verdienen die wagerechten und lotrechten Querlinien der Leistungslinien in Abb. 9, Taf. XXVIII. Die Schnittpunkte der ersteren geben die Geschwindigkeiten auf verschiedenen Steigungen bei unveränderlicher Zugstärke, die den Fahrplänen zu Grunde gelegt werden müssen. Trägt man diese Geschwindigkeiten als von der Steigung Abhängige auf, wie in Abb. 11, Taf. XXVIII, so erhält man hierdurch ein Verfahren, die Fahrzeiten ohne vorherige Berechnung von Betriebslängen festzusetzen. Soll beispielsweise der Fahrplan für die Versuchslokomotive und eine Zuglast von 235 t aufgestellt werden, so erhält man die Geschwindigkeiten durch die entsprechenden Wagerechten in Abb. 9, Taf. XXVIII (Zusammenstellung XII).

Da die Linien in Abb. 12, Taf. XXVIII für die tatsächlichen Zugbelastungen nur wenig von einer Geraden abweichen, so kann die Abhängigkeit der Zuggeschwindigkeit vom Steigungsgrade der Strecke mit genügender Annäherung als Gerade nach $v = a + b\,n$ betrachtet werden; in diesem Falle wird

$$v = 100 - 5 \, . \, n.$$

Der Festwert a entspricht der Grundgeschwindigkeit $v_0 = 100$ km/St. und b der Steigung, also dem Grade der Geschwindigkeitsänderung durch diese, damit der Zug bei gleichmäfsiger Beanspruchung der Lokomotive ohne Vorspann befördert werden kann. Dies Verfahren, das ich früher*) näher begründet und jetzt weiter ausgebildet habe, dürfte die Aufstellung der Fahrpläne nach Mafsgabe der vorhandenen Lokomotivkraft nach maschinentechnischen Grundsätzen wesentlich berichtigen und vereinfachen.

Die lotrechten Querlinien der Abb 9, Taf. XXVIII entsprechen einer unveränderlichen Geschwindigkeit und geben daher die Zugbelastungen auf verschiedenen Steigungen an; sie können dazu benutzt werden, den Eigenwiderstand der Lokomotiven und Wagen aus diesen Leistungsversuchen durch Rechnung zu ermitteln. Sind beispielsweise G, G' und G'' drei solche auf einer Senkrechten liegende Werte der Zuglast für die Steigungen n, n' und n'', so erhält man aus den drei Gleichungen (S. 139, rechts, unten):

*) Archiv für Eisenbahnwesen 1893, S. 482.



Zusammenstellung VI.

	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 11	4	1	3
Steigung	—	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
Zuggeschwindigkeit	km/St.	v	94	76,2	49,1	34
Eigenwiderstand der Lokomotive	kg/t	w_1	10,3	8,5	8,2	9,05
„ „ Wagen	„	w	6,05	4,5	2,8	2,2
Ganzer Widerstand der Lokomotive	kg	$Z_1 = G_1 (w_1 + n)$	1020	1285	1930	4535
„ „ „ Wagen, wirkliche Zugkraft	„	$Z = G (w + n)$	2015	2120	2502	1234
Ganze Zugkraft Z_i	„	$Z_i = Z_1 + Z$	3035	3405	4432	5769
„ Leistung $L_i = \frac{Z_i \cdot v}{270}$	P.S.	L_i	1060	960	805	721
Zugkraft nach dem Zylinderdrucke aus den Schaulinien Z_i	kg	Z_i	3002	3650	4630	6003
Leistung „ „ „ „ „ „ $L_i = \frac{Z_i \cdot v}{270}$	P.S.	L_i	1045	1030	841	752
Zugkraft: Triebachslast	k/t	Z_i/G_2	94,5	114	145,8	189,5
„ Dienstgewicht ohne Lokomotive	„	Z_i/G'	46,2	56	71,2	92,3
„ Heizfläche	kg/qm	Z_i/H	19,4	23,5	29,8	38,7
Leistung „	P.S./qm	L_i/H	6,7	6,7	5,4	4,85
Leistung der Lokomotive für sich	P.S.	$\frac{G_1 (w_1 + n) v}{270}$	355	362	350	568
„ in % der ganzen Leistung	%	$\frac{G_1 (w_1 + n) v \cdot 100}{270 \cdot L_i}$	33,5	35,1	43,5	78,5
„ der Lokomotive für den Wagenzug	P.S.	$\frac{G (w + n) v}{270}$	700	600	465	154
„ „ „ in % der ganzen Leistung	%	$\frac{G (w + n) v \cdot 100}{270 \cdot L_i}$	66	58	56,5	21,4

Zusammenstellung VII.

	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 11	4	1	3
Steigung	—	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
Zuggeschwindigkeit	km/St.	v_m	90	53	39,4	27
Eigenwiderstand der Lokomotive	kg/t	w_{m1}	9,8	8,1	8,63	9,9
„ „ Wagen	„	w_m	5,8	3	2,4	2
Ganzer Eigenwiderstand der Lokomotive	kg	$G_1 \cdot (w_{m1} + n)$	970	1245	1680	4630
„ „ „ Wagen	„	$G \cdot (w_m + n)$	1930	1780	2420	1230
Zugkraft nach dem Zylinderdrucke	„	$Z_m = G_1 (w_{m1} + n) + G (w_m + n)$	2900	3025	4400	5860
Leistung „ „ „	P.S.	Z_m	965	595	640	586

Zusammenstellung VIII.

Kohlenverbrauch	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 11 1 : ∞
Zum Anheizen	kg	K'	838
Auf der Fahrt	„	K	1541
Rückstände auf dem Roste und im Aschkasten, Schlacke	„	$\mathfrak{R}$	125
Rückstände in der Rauchkammer, Lösche	„	$\mathfrak{R}'$	215
Verhältnisse zu K	%	$\frac{\mathfrak{R}}{K} \cdot 100$	8,1
	„	$\frac{\mathfrak{R}'}{K} \cdot 100$	13,9
	„	$\frac{\mathfrak{R} + \mathfrak{R}'}{K} \cdot 100$	22
K in der Stunde	kg/St.	k	1370
K + K' in der Stunde	„	k_1	2120
k für 1 qm Rostfläche	kg/qm	$\mathfrak{k} = \frac{k}{F}$ *)	503

Kohlenverbrauch	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 11 1 : ∞
k für 1 qm Heizfläche	kg/qm	$\mathfrak{k}_1 = \frac{k}{H}$ *)	88
„ „ 1 Stunde und Pferdekraft	kg/P.S.St	—	1,4
K „ 1 Zugkilometer	kg/qm	—	15,1
K + K' für 1 Zugkilometer	„	—	23,8
K für 1 Achskilometer mit Lokomotive	„	—	0,31
K + K' für 1 „ „ „	„	—	0,48
K für 1000 Bruttotonnenkilometer mit Lokomotive	kg/1000 tkm	—	35
K + K' für 1000 Bruttotonnenkilometer mit Lokomotive	„	—	54
K für 1000 Nutztonnenkilometer ohne Lokomotive	kg/1000 km	—	45,5
K + K' für 1000 Nutztonnenkilometer ohne Lokomotive	„	—	70

*) F = 2,72 qm, H = 155,27 qm.

Zusammenstellung IX.

Wasserverbrauch	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr.			
			11 1 : ∞	4 1 : 200	1 1 : 100	3 1 : 30
Aus dem Tender	kg	M	15147	612	1287	482
„ „ Kessel	„	M'	600	700	125	200
Verhältnis beider	„	$\frac{M'}{M} . 100$	4,0	114,5	9,7	41,6
Im ganzen M + M'	„	M_1	15747	1312	1412	682
Tenderwasserverlust, Strahlpumpen-Schlabberwasser	„	$\mathfrak{V}$	174	30	48	24
Verhältnis	„	$\frac{\mathfrak{V}}{M_1} . 100$	1,1	2,3	3,4	3,5
Kesselwasserverlust, Kohlen-, Rost- und Rauchkammerspritze	„	$\mathfrak{V}'$	298	—	24	—
Dampfverlust, Luftpumpe und Öler	„	$\mathfrak{V}''$	137	9	44	22
Summe der Verluste	„	$\Sigma \mathfrak{V}$	609	39	116	46
Verhältnis	%	$\frac{\Sigma \mathfrak{V} . 100}{M_1}$	3,9	3	8,2	6,8
Wasser- und Dampfverbrauch der Maschine $M_1 - \Sigma \mathfrak{V}$	kg	M_2	15138	1273	1296	636
Wasser entsprechend der Dampfwärme von M'	„	$\pm 0,7 M'$	420	490	87,5	140
„ „ „ „ „ $\mathfrak{V}'$	„	$- 0,7 \mathfrak{V}'$	209	—	16,8	—
Dampfentwickelung = $M \pm 0,7 M' - \mathfrak{V} - 0,7 \mathfrak{V}''$	„	M_3	15185	1072	1296	598
Fahrzeit im Dampfe	Min.	t'	66,5	6	$11^1/_4$	6
M in der Stunde	kg/St.	m	13656	6120	6869	4820
M_1 „ „	„	m_1	14207	13120	7531	6820
M_2 „ „	„	m_2	12658	12730	7089	6360
M_3 „ „	„	m_3	13695	10720	6911	5980
Mittlerer Dampfüberdruck im Kessel	at	p	14,5	14	14,4	14,4
„ „ „ Hochdruckschieberkasten	„	p_1	13,7	13,5	13,5	13,9
Füllungsgrad	%	ε	44,2	44,2	53,1	65
Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande	km/St.	v	94	76	49	34
Produkt	—	ε v	4155	3460	2609	2197
Berechneter Dampfverbrauch = $\frac{u . \varepsilon . v . \gamma}{1000}$	kg/St.	m	11485	9400	7080	6085
Mittlere Zuggeschwindigkeit	km/St.	v_m	90	62	39	27
Saugwirkung	cm Wasser	φ	18	12	10	6
Mittlere Zugkraft aus dem Zylinderdruck	kg	Z_m	2900	3650	4400	5860
„ Leistung „ „ „	P.S.	L_m	965	1030	640	586
Dampfverbrauch für 1 P.S. in der Stunde	kg/P.S.St.	$\eta = \frac{m_2}{L_m}$	13,1	12,4	8,4	8,45
Wärme des Dampfes im ganzen	W.E.	λ	666,4	666,6	666,2	666,6
Wärme des Speisewassers	„	q	16	9	9	10
Kalorischer Wirkungsgrad	—	$\frac{A . L_m . 60 . 60 . 75 . 100}{m_2 (\lambda - q)}$	7,45	7,85	11,6	11,5
Thermodynamischer Wirkungsgrad	—	$\frac{\frac{1}{424} . 60 . 60 . 75}{\frac{\eta}{\xi} . \zeta}$ *)	0,061	0,048	0,071	0,07
Dampfentwickelung für 1 qm Heizfläche	kg/qm	$\frac{m_3}{H}$ *)	88	69,2	44,5	37,5
„ „ 1 „ „ im Verhältnisse zur Saugwirkung	—	$\frac{m_3}{H \varphi}$ *)	4,9	5,72	4,5	6,4
M_1 für 1 Zugkilometer	kg/km	—	154	213	152	244
„ „ das Achskilometer mit Lokomotive	„	—	3,14	5,8	4,6	19
„ „ „ „ ohne „	„	—	3,85	7,6	6,3	61
„ „ 1000 Bruttotonnenkilometer mit Lokomotive	$\frac{kg}{1000 tkm}$	—	355	650	500	1718
„ „ 1000 Nutztonnenkilometer ohne „	$\frac{kg}{1000 tkm}$	—	462	958	777	7033

*) H = 155,27 qm, ξ = Verdampfungsziffer = 7, ζ = Heizkraft der Kohle = 7500 W.E.

Zusammenstellung X.

Schmierstoff	Einheit	Vergleich Lokomotive Nr. 50 Cöln, 2/5 gekuppelt, Grafenstaden	Nr. 608 2/5 gekuppelt Hannoversche Bauart
Zugstärke	Achsen	40	40
Schmierstoff für die Teile, die nicht im Dampfe gehen, Öl und Talg im ganzen	kg	4,63	7,5
„ „ „ „ für 1000 Lokomotivkilometer	$\frac{kg}{1000\ km}$	45,5	30,75
„ für die im Dampfe gehenden Teile im ganzen	kg	1,1	4
„ „ „ „ „ „ „ für 1000 Lokomotivkilometer	$\frac{kg}{1000\ km}$	10,8	16,4
Summe im ganzen	kg	5,73	11,5
„ für 1000 Lokomotivkilometer	$\frac{kg}{1000\ km}$	56,3	47,2
Ganzer Verbrauch in der Stunde	kg/St	5,1	4,4
„ „ für 1 P.S. und Stunde	$\frac{gr}{P.S.St.}$	4,9	3,9

Zusammenstellung XI.

Leistungstabelle.

v	Leistungen in t										
	1/∞	1/500	1/300	1/200	1/150	1/100	1/80	1/60	1/50	1/40	1/30 = 1 : n
km/St											
20	—	—	—	—	—	372	285	203	160	115	68
30	—	—	—	—	—	345	263	183	148	88	50
40	--	--	—	538	425	300	230	160	125	80	38
50	—	—	—	460	365	250	195	130	100	65	30
60	—	—	—	375	282	198	155	102	75	—	—
70	—	—	400	280	222	150	115	75	50	—	—
80	—	358	268	210	165	110	80	45	30	—	—
90	370	230	182	145	115	72	50	—	—	—	—
100	235	150	120	92	75	—	—	—	—	—	—
110	150	100	80	—	--	--	—	—	—	—	—

Zusammenstellung XII.

1 : n	Geschwindigkeit v km/St.
1 : ∞	100 (Grundgeschwindigkeit)
1 : 500	90
1 : 300	83
1 : 200	76
1 : 150	67

Zusammenstellung XIII.

Eigenwiderstände.

v	Z_i	Lokomotive im Dampfe w_1	Wagen w	Ablaufversuche w
20	6321	11,0	1,9	1,8
30	5910	9,5	2,1	2,1
40	5386	8,6	2,4	2,5
50	4825	8,2	2,85	2,95
60	4300	8,0	3,35	3.55
70	3740	8,1	4,1	4,2
80	3291	8,8	4,8	5,0
90	2917	9,8	5,8	6,1
100	2543	11,0	6,9	7,2
110	2207	12,5	7,9	8,35

Zusammenstellung XIV.

vkm/St	Ergebnis der Dampfdruck-Schaulinien ε %	ε v*)	pm at	c pm'	p_{mi}**)	Z_i kg	L_i P.S.
10	59	590	9,1	6,3	15,4	5760	213
20	62,5	1250	9,8	7,1	16,9	6321	468
30	60	1800	9,4	6,4	15,8	5910	657
40	57	2280	8,7	5,7	14,4	5386	798
50	54	2700	8,2	4,7	12,9	4825	894
60	51	3060	7,6	3,9	11,5	4300	956
70	48	3360	7,2	2,8	10,0	3740	990
80	45,5	3640	6,4	2,4	8,8	3291	1000
90	43,5	3915	6,2	1,6	7,9	2917	990
100	41,5	4150	5,9	0,9	6,8	2543	972
110	39,5	4345	5,3	0,6	5,9	2207	930

$$1.\ Z_i = G_1 w_1 + Gw + (G_1 + G)\,n$$
$$2.\ Z_i = G_1 w_1 + G'w + (G_1 + G')\,n'$$
$$3.\ Z_i = G_1 w_1 + G''w + (G_1 + G'')\,n''$$

die drei Unbekannten Z_i, w_1 und w, die in Zusammenstellung XIII und Abb. 12, Taf. XXVIII angegeben sind. Die letzte Spalte der Zusammenstellung XIII und die gestrichelte Linie in Abb. 12, Taf. XXVIII enthalten zum Vergleiche die aus den Ablaufversuchen erlangten Werte des Wagenwiderstandes. Die beiden auf ganz verschiedene Weise ermittelten Widerstände weichen nicht erheblich von einander ab. Die Werte für Z_i wird man bereits vorher aus den Dampfdruck-Schaulinien ermittelt haben, mit denen die hier unmittelbar aus den tatsächlichen Leistungen erhaltenen zu vergleichen sind.

Abb. 13 bis 15, Taf. XXVIII zeigen als Beispiel drei Schaulinien, die bei 20, 30 und 40 % Hochdruckfüllung aus der Ruhelage fortlaufend bis zur Endgeschwindigkeit von 80 km/St. aufgenommen sind. Die Zwischen-Schaulinien, die der Änderung durch Drosselung entsprechend als eine überstrichelte Fläche erscheinen, konnten nicht dargestellt werden, sondern nur die Grenz-Schaulinien für v = 0 und 80 km/St.

*) $\varepsilon\, v = 8370 - \frac{840000}{98 + v}$.

**) $p_{mi} = 0{,}48\,\varepsilon - 13$.

Das Ergebnis der Dampfdruck-Schaulinien ist in Zusammenstellung XIV angegeben, welche den Füllungsgrad ε %, das Produkt $\varepsilon . v$, den mittlern wirklichen Dampfdruck in den Hochdruck-Zylindern p_m at, den mittlern wirklichen Dampfdruck in den Niederdruck-Zylindern p_m' multipliziert mit $c = \frac{d'^2}{d^2}$ also cp_m', den zusammengesetzten mittlern wirklichen Dampfdruck $p_{mi} = p_m + c . p_m'$, die Zugkraft aus den Dampfdruck-Schaulinien $Z_i^{kg} = u . p_{mi}^{at} = 100^2 \frac{(d^m)^2 h}{D} p_{mi}^{at}$ und die Leistung nach den Dampfdruck-Schaulinien $L_i^{P.S.} = \frac{Z_i^{kg} . v^{km/St.}}{270}$ enthält, alle Gröfsen als Abhängige der Zuggeschwindigkeit.

Hieraus konnten die Formeln

$$\varepsilon v = 8370 - \frac{840000}{98 + v} \text{ und}$$

$$p_{mi} = 0{,}48 \varepsilon - 13$$

abgeleitet werden.

In der Abb. 16, Taf. XXVIII sind diese Werte für p_{mi}, Z_i und L_i dargestellt, ebenso in Abb. 17, Taf. XXIX die Formel für $p_{mi} = p_m + c\,pm'$ unter Angabe der einzelnen Rechnungsergebnisse.

Abb. 18, Taf. XXIX zeigt die Abhängigkeit der Drucke p_{mi} und der Leistungen L_i vom Produkte εv.

Die Nutzleistung.

Das als mechanischer Wirkungsgrad zu betrachtende Verhältnis $\frac{Z}{Z_i} . 100$ und $\frac{L}{L_i} . 100$ folgt aus Abb. 19 bis 22, Taf. XXIX.

Abb. 19 und 20 enthalten die wirklichen Zugkräfte Z und die wirklichen Leistungen L selbst und Abb. 21 und 22, Taf. XXIX deren Verhältnisse. Es geht daraus hervor, wie verschieden diese Verhältnisziffern sind und wie viel ungünstiger sie mit wachsender Geschwindigkeit und Steigung werden.

Der günstigste Wirkungsgrad wurde auf der Wagerechten erreicht und betrug 77 %, der kleinste auf 1 : 30 war nur 22 %.

Der Spannungsverlust

oder Druckabfall zwischen Kessel und Schieberkästen gibt ein Urteil darüber, ob der Dampf auf seinem Wege grofse Hindernisse findet und ob insbesondere die Regleröffnung genügt.

Wie aus Abb. 23, Taf. XXIX zu ersehen, ist der Druckverlust bei hohen Geschwindigkeiten ganz erheblich, so dafs es vorteilhaft erscheint, die einzelnen Durchgangsquerschnitte, namentlich aber die Regleröffnung noch gröfser zu nehmen, während das Drosseln durchaus fehlerhaft erscheint. Die gröfste Regleröffnung ist jetzt 62,72 qcm, was bei einem Dampfverbrauche von stündlich 12000 kg eine Geschwindigkeit des Dampfes von 72 m/Sek. ergibt.

Abhängigkeit des zusammengesetzten mittleren wirklichen Dampfdruckes p_{mi} von der Hochdruckfüllung.

Diese Abhängigkeit, die für die Beurteilung der Schiebersteuerung wertvoll ist, zeigt Abb. 24, Taf. XXIX für die Geschwindigkeiten $v = 0$ und 80 km/St. Gleichzeitig ist auch die Leistung nach den Dampfdruck-Schaulinien für die letztere Geschwindigkeit eingezeichnet.

Der Rückdruck in den Niederdruck-Zylindern stieg bei den höchsten Geschwindigkeiten bis zu 1 at.

Die Anzugs- und beschleunigende Kraft der Lokomotive.

Auf einer wagerechten Strecke sind mit einem 40 Achsen starken Zuge zweierlei Anfahrversuche ausgeführt worden, bei denen die Anzugskräfte während der ersten Radumdrehung durch Dampfdruck-Schaulinien ermittelt wurden und zwar mit Verbundwirkung und mit Zwillingswirkung in allen vier Zylindern.

Bei einer Zuglast einschliefslich der Lokomotive von $G_1 + G = 429$ t waren die Werte von p_{mi}, Z_i und $\frac{Z_i}{G_1 + G}$ die folgenden:

Zusammenstellung XV.

	Verbund-	Zwillings-Wirkung
p_{mi}	15,5	23,8 at
Z_i	5,8	9,0 t
$\frac{Z_i}{G_1 + G} =$	13,5	21,0 kg/t

Ferner ist die Zugbeschleunigung selbst für verschiedene Zugstärken von 20 bis 100 Achsen auf der Wagerechten durch Darstellung der Geschwindigkeit nach der Zeit in Abb. 25, Taf. XXIX festgestellt worden, wonach beispielsweise die Anfangsbeschleunigung eines 40 Achsen starken Zuges $\frac{v}{t} = 20$ km für die erste Minute beträgt.

Die Gangart der Lokomotive.

1. Das Zucken besteht in den wagerechten Bewegungen des Lokomotivschwerpunktes in der Zugrichtung. Die nicht durch Gegenläufigkeit und Gegengewichte ausgeglichenen gradlinig bewegten Triebwerksmassen wiegen 30 kg.
2. Die schlingernden Bewegungen bestehen in den wagerechten Drehungen der Lokomotivmasse um die senkrechte Schwerpunktsachse. In Abb. 26, Taf. XXIX sind vier Beispiele dieser Bewegungen bei vier verschiedenen Geschwindigkeiten vergleichsweise dargestellt.

   Das Kraftmoment, das diese Bewegungen hervorbringt, hängt gradlinig ab von der Gröfse $\frac{177}{2} . 1{,}070 - \frac{237}{2} . 0{,}3 = 94{,}7 - 35{,}6 = 59{,}1$; denn die durch Gegengewichte ausgeglichenen Massen sind nach Zusammenstellung XVI 50 %, daher

   bei der Hochdruckmaschine 88,5 und
   bei der Niederdruckmaschine 118,5 kg,

   und die Gegenläufigkeit kommt im Minuszeichen der obigen Formel zum Ausdrucke.



Zusammenstellung XVI.

Radgegengewichte der Lokomotive Nr. 50, Cöln.

	Einheit	Trieb- und Kuppelräder Hochdruck auf jeder Seite	Trieb- und Kuppelräder Niederdruck auf jeder Seite
Die auf den Kurbelkreis bezogenen umlaufenden Triebwerksmassen	kg	217	452
Die geradlinig bewegten Triebwerksmassen auf jeder Lokomotivseite	kg	177	237
Hiervon sind durch Radgegengewichte ausgeglichen	%	50	50
	kg	88,5	118,5
Hiervon sind durch Radgegengewichte nicht ausgeglichen	%	50	50
	kg	88,5	118,5
In Bezug auf die zuckenden Bewegungen weder durch Gegengewichte noch durch Gegenläufigkeit ausgeglichen	kg	118,5 — 88,5 = 30	
Hebelarm beim Schlingern	mm	1070	300
Radgegengewichte auf den Kurbelkreis bezogen	kg	256	rechts 136,2 links 165
Überschüssige Fliehkraft $C = m \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{G}{g} \cdot r (z \cdot 2\pi)^2$ für v = 100 km/St =	t	0,752	0,752
	%	9,4	9,4

3. Die nickenden Bewegungen bestehen in senkrechten Schwingungen um die wagerechte Schwerpunktsquerachse. Ist $a_1 = 2{,}1$ m und $x = 0{,}725$ m, so ist das gröfste Kraftmoment für die Einheit der Kolbenkraft nach Textabb. 2 bei $r = h/_2 = 0{,}32$ m, $l'' = 1{,}8$ m, $l' = 2{,}2$ m.

$$1 \cdot r\left(1 + \frac{x}{\sqrt{l''^2 - r^2}}\right) + 1 \cdot r\left(1 - \frac{a_1 - x}{\sqrt{l'^2 - r^2}}\right) =$$

$$0{,}32\left(1 + \frac{0{,}725}{\sqrt{1{,}8^2 - 0{,}32^2}}\right) + 0{,}32\left(1 - \frac{2{,}1 - 0{,}725}{\sqrt{2{,}2^2 - 0{,}32^2}}\right)$$

$$= 0{,}45 + 0{,}23 = 0{,}68.$$

Diese Verhältnisse sind hier bei einem ganzen Achsstande von 8,2 m zwar immer noch sehr günstig, sie haben aber bei der jetzt eingeführten, längern Rad- und Tragfederstützung keine Bedeutung mehr.

Der Kohlen- und Wasserverbrauch.

In Abb. 27, Taf. XXIX ist der Kohlen- und Wasserverbrauch im ganzen für die Strecke Lehrte-Gardelegen und für eine Achse dargestellt, woraus zu ersehen ist, wie viel günstiger die Wirtschaft des Lokomotivbetriebes mit Zunahme der Zugstärke wird.

Die Dampfgeschwindigkeit in den Schieberöffnungen und Kanälen gibt einen Mafsstab zur Beurteilung der Dampfdurchgangsquerschnitte, deren Widerstand den Druckabfall, die Drosselung des Dampfes während der Einströmung in die Zylinder verursacht. Ist beispielsweise für v = 100 km/St. $\varepsilon = 41{,}5\,\%$ und die gröfste Schieberöffnung $f = 30 \cdot 1{,}5 = 40{,}5$ qcm, die Dampfspannung bei einem Druckverluste von 0,9 at bis zum Schieberkasten = 1 + 13,1 = 14,1 at, daher das Gewichtsverhältnis des Dampfes $\gamma = 7{,}05$ kg/cbm, ist ferner z die Zahl der Umdrehungen der Triebachsen $= \frac{v \cdot 1000}{60 \cdot 60\, \pi D} = \frac{100}{22{,}4} = 4{,}47$ in der Sekunde und der Wasserverbrauch in der Stunde $m_2 = 13{,}2$ cbm, also für jeden Kolbenhub $\mathfrak{D} = \frac{m_2 \cdot 1000}{60 \cdot 60 \cdot z \cdot 4} = 205$ gr, ferner die Zeit einer Füllung t etwa $\frac{\varepsilon}{2 \cdot 4{,}47} = 0{,}46$ Sek., so ist die Dampfgeschwindigkeit in der gröfsten Schieberöffnung

$$\mathfrak{v} = \frac{\mathfrak{D}}{\gamma f t} = \frac{0{,}205 \cdot 100^2}{7{,}05 \cdot 40{,}5 \cdot 0{,}046} = 156 \text{ m/Sek.}$$

Diese Geschwindigkeit kann auch annähernd so berechnet werden, dafs sie $= \frac{\pi d^2 \cdot V}{4 \cdot f}$ gesetzt wird, worin V die Kolbengeschwindigkeit $= z \cdot 2h = 4{,}47 \cdot 2 \cdot 0{,}64 = 5{,}72$ m/Sek. bezeichnet. Dann ist annähernd $\mathfrak{v} = \frac{\pi \cdot 34^2}{4 \cdot 40{,}5} \cdot 5{,}72 = 129$ m/Sek.

Beim Öffnen und Schliefsen der Schieberöffnungen wird diese Geschwindigkeit noch bedeutend gröfser.

In den Schieberkanälen ist sie $= \frac{30 \cdot 1{,}35}{30 \cdot 4{,}00}\, 156 = 52{,}5$ m/Sek.

Aus dem starken Druckabfalle während der Einströmung ist zu erkennen, dafs diese Geschwindigkeiten zu hoch sind, daher eine Vergröfserung der Schieberöffnung anzustreben ist.

Die Dampfentwickelung im Wasserspiegel des Kessels.

Die durch 1 qm der Trennungsfläche zwischen dem Wasser und Dampfe in der Zeiteinheit gehende Dampfmenge gibt einen Mafsstab für das Überreifsen des Wassers, also auch für die Dampfnässe. Bei einem Dampfverbrauche von $m_2 = 13{,}2$ t in der Stunde ergibt sich der Dampfdurchgang bei niedrigstem Wasserstande im Kessel = 1460 kg/qm St.

Er steigert sich beim höchsten Wasserstande noch bis zu 1730 kg. Diese Ziffern sind sehr hoch.

Der Einflufs der Niederdruckfüllung entspricht genau dem vom Verfasser bei anderen Lokomotiven geführten Nachweise, weshalb diese Angelegenheit als erledigt zu betrachten sein wird.

Die Wärmeverwertung.

Aus allen Versuchen, auch aus den längeren auf der wagerechten Versuchstrecke mit Fahrzeiten bis über 90 Minuten und insbesondere aus den Angaben über die vier ausgewählten Beispiele kann man entnehmen, dafs die zum Anheizen der Lokomotive erforderliche Kohlenmenge im Verhältnisse zu der auf der Fahrt gebrauchten viel zu grofs ist, um ein richtiges Urteil zu gewinnen, denn es ist unmöglich, am Ende der Fahrt grade den Anfangszustand des Feuers wieder herzustellen, oder den Anteil der Anheiz-Kohlenmenge während der Fahrt zu bestimmen. Man kann daher bei der Verfolgung des vorliegenden Zweckes solche Kohlenmessungen überhaupt unterlassen, wenn die Fahrt nicht länger dauert als zwei Stunden. Daher wurde zur Bestimmung der Verdampfungsziffer ein Überführungszug benutzt, bei dem sich diese Ziffer $\xi = 7{,}0$ kg/kg ergab. Da nun die Heizkraft der hier zur Anwendung gelangten Prefssteinkohlen ζ etwa zu 7500 W.E./kg angenommen werden kann, so ergibt sich der Wirkungsgrad der Feuerung

$$= \frac{\xi \cdot \lambda}{\zeta} = \frac{7{,}0 \cdot 667 \cdot 100}{7500} = 62\,\%.$$

Somit gehen schon bei der Dampferzeugung im Kessel, namentlich durch den Schornstein, 38 % der entwickelten Wärme verloren.

Bezeichnet man ferner die Dampfverwertung mit η in kg für die Leistungs- und Zeit-Einheit in $\frac{\text{kg}}{\text{P.S.St.}}$, so ist der entsprechende Wärmewert $\eta \cdot \lambda$, wenn λ, wie oben die Wärme des Dampfes im ganzen bezeichnet, nach der Regnault'schen Formel

$$= 606{,}5 + 0{,}305\, t = \text{etwa } 667 \text{ W.E.}$$

Da nun der Wärmewert der mechanischen Arbeitseinheit = dem thermodynamischen Festwerte $A = \frac{1}{424}$ W.E./kg m ist, so ist dieses für eine P.S.St. $= \frac{60 \cdot 60 \cdot 75}{424} = 637$ W.E.

Hieraus ergibt sich der kalorische Wirkungsgrad der Dampfmaschine beispielsweise im günstigsten Falle $= \frac{637}{\eta(\lambda - q)}$ $= \frac{637}{8{,}6\,(667 - 10)} = \frac{1}{9}$ oder 11 %, worin q die Wärme des dem Kessel zugeführten Speisewassers bezeichnet.

Der ganze thermodynamische Wirkungsgrad, die Ausnutzung der Verbrennungswärme der ganzen Kraftanlage ist gleich dem Verhältnisse der zugeführten Arbeit zur theoretischen, also $= \frac{637}{\frac{\eta}{\xi} \cdot \zeta} = \frac{637}{\frac{8{,}6}{7{,}0} \cdot 7500} = \frac{1}{14{,}5}$ oder 6,9 %.

VII. Theorie der Lokomotive.

Hier kann nur die Wirkungsweise der Lokomotive in ihren Grundzügen dargestellt werden, sie setzt sich aus den nachstehend bezeichneten Einzelwirkungen zusammen.

1. Bei der Abfahrt eines Zuges wird die Steuerung auf eine gewisse Füllung ε eingestellt.
2. Hieraus entsteht je nach Lokomotivkraft, Zugstärke und Steigung zunächst eine gewisse Beschleunigung, bis bei einer bestimmten Zuggeschwindigkeit v sowohl für die Dampfentwickelung, als auch für die Zugkraft ein Beharrungszustand erreicht wird.
3. In diesem Beharrungszustande wird je nach den Gröfsenverhältnissen der Maschine eine gewisse Dampfmenge m_2 kg/St. verbraucht.
4. Dieser nach seinem Verbrauche entweichende Dampf erzeugt über dem Feuer eine gewisse Luftverdünnung φ, also das Durchströmen einer gewissen zur Verbrennung nötigen Luftmenge.
5. Diesem Luftzuge entspricht eine gewisse Menge des verbrauchten Heizstoffes k kg/St.
6. Diese Kohlenmenge erzeugt nach Mafsgabe der Heizfläche eine gewisse Dampfmenge m_3 kg/St., und es fragt sich nun zunächst, ob $m_3 \gtrless m_2$ ist.

Sind beide gleich, so kann die Fahrt bei gleicher Leistung auf unbestimmte Zeit fortgesetzt werden, denn die Kesselleistung befindet sich im Beharrungszustande, indem der verbrauchte Dampf genau wieder ersetzt wird.

In welchen Beziehungen alle diese Umstände zu einander stehen, ist zunächst aus Zusammenstellung XVII ersichtlich.

Zusammenstellung XVII.

Dampfverbrauch und Dampfentwickelung.

v	ε	ε v	φ	m_2	$\frac{m_2}{L_i}$	m_3	$\frac{m_3}{H}$	m	$\frac{m_2 - m}{m} \cdot 100$
20	62,5	1250	3.8	5,0	10,7	7,1	46	3,6	9
30	60	1800	6,0	6,0	9,1	7,6	49	4,9	23
40	57	2280	8,0	7,0	8,8	8,1	52	6,2	13
50	54	2700	10,0	7,9	8,7	8,7	56	7,4	7
60	51	3060	12.0	8,9	9,3	9,5	61	8,5	5
70	48	3360	14,0	10,0	10,1	10,3	66	9,6	4
80	45,5	3640	16,0	11,1	11,1	11,2	72	10.4	7
90	43.5	3915	18,2	12,1	12,2	12,1	78	11,2	8
100	41,5	4150	19,6	13,2	13,6	12,9	83	12,0	10
110	39,5	4345	21,5	14,7	15,8	13,7	88	12,6	17

Gleichzeitig ist darin auch ein Vergleich zwischen dem wirklichen Dampfverbrauche m_2 und dem theoretisch berechneten $m = \frac{u\, \varepsilon\, v\, \gamma}{1000}$ kg/St. ohne Berücksichtigung der schädlichen Räume angestellt, die indes bei der richtigen Zusammendrückung durch diese ausgefüllt und daher unschädlich gemacht werden können. Ferner bleiben bei dieser Berechnung auch der innere Dampfniederschlag, der nur auf kalorimetrischem Wege ermittelt werden kann und die Drosselung bei der Einströmung unberücksichtigt. Immerhin gibt diese Berechnung einen Fingerzeig zur Beurteilung der Dampf- und Wärmeverluste.

Sehr wichtig ist der Einflufs der Geschwindigkeit v auf den Wert des zulässigen Füllungsgrades ε und das die Gröfse der Lokomotivleistung darstellende Produkt $\varepsilon \cdot v$, weshalb diese Abhängigkeit zur sofortigen Anschauung in Abb. 28, Taf. XXIX noch besonders zur Darstellung gebracht ist.

Abb. 29, Taf. XXIX zeigt die Veränderlichkeit der Leistung L_i nach den Dampfdruck-Schaulinien und der Dampfverwertung $\eta = \frac{m_2}{L_i} \frac{\text{kg}}{\text{P.S.St}}$ mit der Saugwirkung φ.

Die Saugwirkung φ wächst nach dem Dampfverbrauche m_2 nach der in Abb. 30, Taf. 9 dargestellten Linie. Abb. 31, Taf. XXIX enthält die Darstellung des Dampfverbrauchs m_2, der Dampfentwickelung m_3, des theoretischen Dampfverbrauches m und der Dampfentwickelung für 1 qm der Heizfläche $= \frac{m_3}{H}$ bei verschiedenen Zuggeschwindigkeiten.

In der Abb. 32, Taf. XXIX ist gezeigt, wie sich die Saugwirkung mit der Geschwindigkeit bei der gröfsten Lokomotivleistung ändert.

Ferner ist es von Wert, zu sehen, wie die wichtige Gröfse ε v von der Saugwirkung abhängt, was in Abb. 33, Taf. XXIX zugleich mit der Linie für die Leistung L_i nach den Dampfdruck-Schaulinien geschehen ist.

Abb. 34, Taf. XXIX zeigt ferner die Abhängigkeit des theoretischen Dampfverbrauches m von der Zuggeschwindigkeit.

Abb. 35, Taf. XXIX enthält die nochmalige Darstellung des Dampfverbrauches und der Dampfentwickelung in ihrer Abhängigkeit von der Saugwirkung. Die Linien schneiden sich bei dem Werte $\varphi = 16$ cm, der einem stetigen Wasserverbrauche im Beharrungszustande von 11 cbm/St. entspricht.

Abb. 36, Taf. XXIX zeigt die Abhängigkeit der Saugwirkung, des Dampfverbrauches und der Dampfentwickelung vom Werte $\varepsilon . v$ und endlich Abb. 37, Taf. XXIX nochmals den Dampfverbrauch, die Leistung nach den Dampfdruck-Schaulinien und die Dampfverwertung als Abhängige der Zuggeschwindigkeit.

VIII. Schlufsfolgerungen und Beurteilung.

Es ist nicht nötig, auf die Vor- und Nachteile der besprochenen Lokomotivbauart hier näher einzugehen, nachdem diese bereits auf mehreren deutschen Eisenbahnen eingeführt ist. Die Beurteilung wird sich auch nach dem Zwecke und der Betriebsweise der Lokomotive, insbesondere nach dem Steigungsgrade der Bahn, der Zuggeschwindigkeit und nach dem verlangten Grade der Wirtschaftlichkeit richten müssen, so dafs wahrscheinlich eine allgemeine Bevorzugung einer der jetzt im Gebrauch befindlichen Bauarten nicht zulässig erscheint. Es wird vielmehr nötig sein, von Fall zu Fall eine Nachprüfung vorzunehmen. Es ist daher zu empfehlen, die mit einigen Vorzügen ausgestattete Grafenstadener Bauart, insbesondere die $^2/_4$ und $^2/_5$ gekuppelten vierzylindrigen Lokomotiven mit zwei getrennten Triebwerken und inneren Niederdruckzylindern zum Vergleiche mit anderen Bauarten in gröfserer Zahl heranzuziehen, um die Frage endgültig zur Entscheidung zu bringen.

Heizung der Lokomotivschuppen.

Von **Klopsch**, Geheimem Baurate in Halle an der Saale.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXX.

Der im Jahre 1905 durch Herausrücken der äufsern Umfassungswand vergröfserte und hierbei mit einheitlicher Rauchabführung versehene Lokomotivschuppen mit 23 Ständen auf Bahnhof Halle a. Saale ist abweichend von den früher*) gemachten Angaben statt mit der ursprünglich geplanten Heifswasserleitung mit einer Hochdruckdampfheizung versehen worden, bei welcher der erforderliche Heizdampf den in den Lokomotivschuppen einfahrenden Lokomotiven entnommen wird.

Die Anordnung der Heizanlage ist aus den angefügten Abb. 1 und 2, Taf. XXX zu ersehen, auf der zwei Heizungen mit drei und vier Ständen von den vorhandenen sechs Gruppen dargestellt sind. Der Anschlufs der Lokomotiven an die Heizanlage erfolgt durch Kuppelschläuche, die mit dem einen Ende an die hinten an den Tendern befindlichen Dampfheizungshähne, mit dem andern an die gleichartig ausgeführten Anschlufshähne der Heizanlage ebenso angeschlossen werden, wie die Heizkuppelungen der Personenwagen. Die Anordnung ist so gewählt, dafs mit einer Ausnahme stets vier Schuppenstände von einem Lokomotivstande aus beheizt werden können, wobei die unbesetzten Lokomotivstände bei Bedarf durch Absperrventile einzeln abschaltbar sind. Die Wärmeabgabe geschieht durch seitlich an den Längswänden der Gruben angebrachte, glatte schweifseiserne Heizrohre von 52 mm äufserm Durchmesser, die durch Vorkragen des Grubenmauerwerkes gegen Beschädigungen geschützt sind. Die Heizrohre eines Lokomotivstandes sind als geschlossene Heizschlange ausgebildet und mit stetigem Gefälle derart verlegt, dafs zur Erzielung möglichst gleichmäfsiger Wärmeabgabe das erste und letzte Viertel der Heizschlange an der einen, das zweite und dritte Viertel an der andern Grubenlängswand liegen. Am Ende jeder Heizschlange ist ferner noch ein Niederschlagwasser-Stauer angebracht, der den Abflufs selbsttätig regelt.

*) Organ 1904, S. 60.

Die Ausführung der Heizanlage hat einen Kostenaufwand von 6500 M erfordert. Sie stellt sich somit bedeutend billiger, als eine Heifswasserheizung, deren Kosten im vorliegenden Falle etwa 14000 M. betragen haben würden. Der besondere Vorteil der beschriebenen Hochdruckdampfheizung besteht jedoch darin, dafs bei der überwiegenden Benutzung von aufser Dienst gehenden oder Bereitschafts-Lokomotiven für die Beheizung nur geringe Betriebsausgaben entstehen, während die früher gebräuchliche Ofenheizung jährlich 1100 M Kosten an Lohn und Heizstoff verursacht hat.

Die Heizanlage ist von der Heizungsbauanstalt Sachse und Co. in Halle a. Saale ausgeführt und ist bereits den ganzen Winter 1905/6 in Benutzung. Sie hat sich bisher sehr gut bewährt, und kann für die Heizung grofser Lokomotivschuppen mit starkem Lokomotivverkehre empfohlen werden.

Der Balken mit elastisch gebundenen Auflagern bei Unsymmetrie mit Bezugnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.*)

Von **A. Francke**, Baurat in Alfeld a. d. Leine.

1. Der Balken ohne Zwischenstütze.

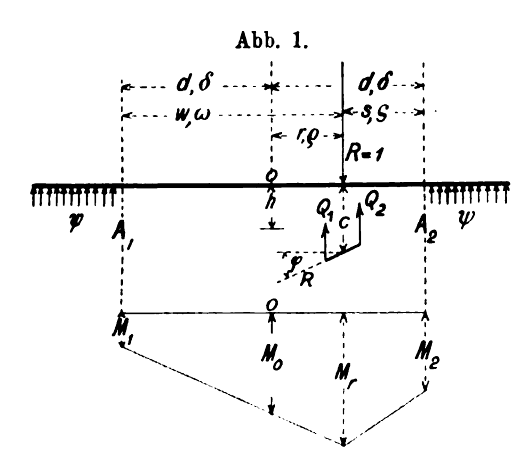
Die Auflager des in Textabb. 1 dargestellten geraden Balkens vom Trägheitsmomente J, des Querschnittes F seien von den Punkten A_1, A_2 ab in beliebiger also unbegrenzt gedachter Ausdehnung gebunden durch die auf die Einheiten der Strecke und Senkung berechnete, elastische Kraft $\psi = 4 m^4 EJ$.

Sind zunächst zwischen den Punkten A_1 A_2 keine einzelnen Mittelstützen vorhanden, so ist ein solcher einfacher Balken mit elastisch gelagerten Enden bei Aufbringung von lotrechten Lasten statisch zweifach unbestimmt, indem jede der beiden Bindungen der Auflager je zweien, aus dem elastischen Verhalten hervorgehenden Bedingungen entsprechen mufs, mithin

*) Bezüglich der Grundlagen und Bezeichnungsweise dieser Arbeit wird auf die früheren Aufsätze Organ 1895, S. 234; 1900, S. 89, 228, 302; 1902, S. 12, 34, 47, 67; 1903, S. 154, 186, 203, 227 verwiesen.

eine vierfache Unbestimmtheit folgen würde, welche jedoch durch den zweifachen statischen Zwang des Gleichgewichtes aller lotrechten Kräfte, gegen Schiebung wie Drehung, auf zweifache

Abb. 1.



statische Unbestimmtheit der Kräfteverteilung in Balken $A_1 A_2$ vermindert wird.

Zur Hebung der statischen Unbestimmtheit sind daher zwei, von einander unabhängige Angaben über die Kräfteverteilung erforderlich.

In Textabb. 1 bezeichnen die lateinischen Buchstaben beispielweise s die Längen, die $\sigma = m s$ die zugehörigen elastischen Winkelzahlen.

Zur Erzielung einfacher Schreibweise der Formeln und Gleichungen werden die folgenden allgemeinen Abkürzungen in der Bezeichnungsweise der folgenden beiden Ausdrücke eingeführt:

$$1 + 2\sigma + 2\sigma^2 + \frac{2\sigma^3}{3} = [\sigma]$$

$$1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \delta(1+\sigma)^2 = [\sigma\delta].$$

Die Stellung einer Einzellast R wird allgemein durch ihre beiden Entfernungen s, σ und w, ω von den beiden Auflagerpunkten A, A festgelegt, von denen s die kleinere, w die gröfsere sein soll, so dafs $\sigma < \delta$, $\omega \geq \delta$ ist.

Mit Bezug auf die Bezeichnungen der Textabb. 1 sind die Formeln für die durch eine Einzellast $R = 1$ erzeugten Hauptwerte:

a) Die beiden Querkräfte Q_1, Q_2 links und rechts von R:

$$2 Q_1 = \frac{[\sigma\delta]}{[\delta]} = 1 - \frac{\varrho(1+\delta)^2 - \frac{\varrho^3}{3}}{[\delta]}$$

$$2 Q_2 = \frac{[\omega\delta]}{[\delta]} = 1 + \frac{\varrho(1+\delta)^2 - \frac{\varrho^3}{3}}{[\delta]}$$

bei der Beziehung $[\sigma\delta] + [\omega\delta] = 2[\delta]$, $Q_1 + Q_2 = 1$;

b) das Biegungsmoment M_0 in der Balkenmitte $4 m M_0 = \frac{(1+\sigma)^2}{1+\delta}$, welche Formel nur für Werte $\sigma \leq \delta$ gilt;

c) das Biegungsmoment M_R im Lastpunkte:

$$4 m M_R = \frac{(1+\omega)^2 [\sigma\delta] + (1+\sigma)^2 [\omega\delta]}{2(1+\delta)[\delta]} = \frac{(1+\sigma)^2}{1+\delta} + \frac{2(\delta-\sigma)[\sigma\delta]}{[\delta]} = 4 m M_0 + 2\varrho \frac{[\sigma\delta]}{[\delta]};$$

d) die elastische Drehung φ_R im Lastpunkte:

$$\mp 8(1+\delta)[\delta] m^2 E J \varphi_R = [\omega\delta](1+\sigma)^2(1+\omega) - [\sigma\delta](1+\omega)^2(1+\sigma) = (1+\omega)(1+\sigma)\left\{\frac{\sigma^3-\omega^3}{3} + \delta(1+\omega)(1+\sigma)(\omega-\sigma)\right\}$$

e) die elastische Durchbiegung c im Lastpunkte:

$$4 m^3 EJc = \frac{[\omega\delta][\sigma]}{\delta} - 2 m M_R (1+\sigma)^2 = \frac{[\sigma\delta][\omega]}{[\delta]} - 2 m M_R (1+\omega)^2,$$

oder

$8 m^3 E J c (1+\delta)[\delta](\omega - \sigma) = [\omega\delta][\sigma](1+\omega)^2 - [\sigma\delta][\omega](1+\sigma)^2$. Letztere Formel gibt für Mittelstellung die Form $\frac{0}{0}$ bei dem Werte $8 m^3 E J c = 1 + \delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}$;

f) die elastische Durchbiegung h im Mittelpunkte

$$8 m^3 E J h = 1 - \sigma^2 - \frac{2\sigma^3}{3} + \delta(1+\sigma)^2;$$

g) die beiden Biegungsmomente M_1, M_2 in den Anfangspunkten A_1, A_2 der Auflager:

$$2 m (M_1 + M_2) = \frac{1 - \omega\sigma}{1+\delta} = \frac{1 + \varrho^2 - \delta^2}{1+\delta}$$

$$2 m (M_2 - M_1) = \frac{[\sigma\delta]\omega - [\omega\delta]\sigma}{[\delta]} = \frac{\pm 2\varrho\delta\left\{1 - \frac{\sigma\omega}{3}\right\}}{[\delta]}$$

Für genügend kleine Zahlen δ, also auch $\omega, \sigma \varrho$ bleiben diese Auflagermomente M_1, M_2 positiv, für genügend grofse Zahlen δ setzen beide, oder eines das Vorzeichen um. Für Mittelstellung ist $4 m M_2 = 4 m M_1 = 1 - \delta$ also fallen die Endmomente M_1, M_2 für $\delta > 1$ negativ, dem Momente M_0, M_R entgegengesetzt aus. Für $\delta = 1$, also $m = \frac{1}{d}$ findet daher bei Mittelstellung der Einzellast R dieselbe Kräfteverteilung statt, wie im Balken mit frei aufliegenden Enden.

Für sehr kleine Werte ψ wachsen alle Momente ungemessen an, sich bei genügend abnehmendem Werte $m = \sqrt[4]{\frac{\psi}{4 E J}}$ dem Grenzwerte $\frac{R}{4 m}$ anschmiegend, weil hierbei die Lagerung eines sehr steifen, beliebig langen Balkens in sehr nachgiebigem, tragendem Grunde dargestellt wird.

Für $\psi = \infty$ aber entsprechen alle Formeln dem Falle der festen Einspannung der Auflager, und man erhält mithin die für diesen Fall gültigen Formeln, wenn man m, also die Winkelzahlen $\delta = m d$, $\sigma = m s = \infty$ setzt, also nur deren höchste Potenzen berücksichtigt, beispielsweise:

$$M_1 + M_2 = \frac{-\sigma\omega}{2 m \delta} = -\frac{s w}{2 d}$$

$$M_2 - M_1 = -\frac{r s w}{2 d^2}$$

$$M_0 = \frac{\sigma^2}{4 m \delta} = \frac{s^2}{4 d}$$

$$2 Q_1 = 1 - \frac{\varrho\delta^2 - \frac{\varrho^3}{3}}{\frac{2\delta^3}{3}} = 1 - \frac{r(3 d^2 - r^2)}{2 d^3}$$

Für endliche Werte m, ψ geben diese Formeln mathematisch genau die Kräfteverteilung für einen Langschwellenoberbau mit der freien, nicht unterstopften Strecke $A_1 A_2 = 2\,d$ bei Belastung dieser Öffnung.

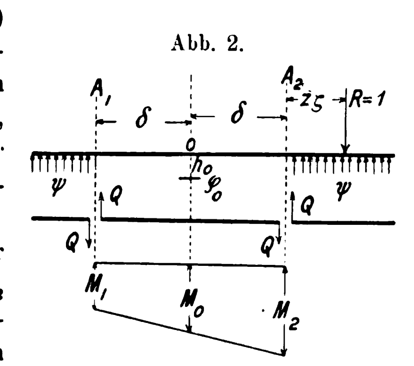
Zur vollständigen Klarstellung der Kräfteverteilung in einem solchen Oberbau mit freier Öffnung gehört erstens noch die Darstellung der Wirkung der auf der Öffnung stehenden Einzellast R auf die anschliefsenden gestopften Strecken. Diese kann, wenn beispielsweise die Wirkung für die rechte Seite betrachtet werden soll und demgemäfs A_2 als Ursprung x gewählt wird, gegeben werden durch die Gleichung

$$2\,m^3\,E\,J y = e^{-mx}\left\{(Q_2 - m\,M_2)\cos mx + m\,M_2 \sin mx\right\}$$

und die Ableitungen dieser Gleichung.

Zweitens ist (Textabb. 2) die Wirkung eines aufserhalb der Öffnung stehenden Rades R auf diese Öffnung, sowie auf die jenseits dieser Öffnung liegende Oberbaustrecke zu betrachten.

Abb. 2.



Das Rad erzeugt für $R = 1$ in der Öffnung $A_1\,A_2$ die in Textabb. 2 bezeichneten Kräfte und elastischen Werte:

1) Die Querkraft $Q = e^{-\zeta}\dfrac{\{(1+\delta)\cos\zeta - \delta\sin\zeta\}}{2\,[\delta]}$;

2) Das Biegungsmoment in der Mitte der Öffnung:

$$4\,m\,M_0 = \frac{e^{-\zeta}\{\cos\zeta - \sin\zeta\}}{1+\delta};$$

3) Die Durchbiegung h_0 in der Mitte des Trägers:

$$8\,m^3 E\,J\,h_0 = \{(1+\delta)\cos\zeta + (1-\delta)\sin\zeta\}\,e^{-\zeta};$$

4) Die elastische Drehung φ_0 in der Mitte des Trägers:

$$4\,m^2\,EJ\,\varphi_0 = R\,e^{-\zeta}\{(\delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3})\cos\zeta + (\delta^3 + \frac{2\delta^4}{3})\sin\zeta;$$

5) Die beiden Biegungsmomente $M_1\,M_2$ in den Punkten $A_1\,A_2$;

$$m\,(M_1 + M_2) = \frac{e^{-\zeta}\{\cos\zeta - \sin\zeta\}}{2\,(1+\delta)} = 2\,m\,M_0$$

$$m\,(M_2 - M_1) = \frac{\delta\,e^{-\zeta}\{(1+\delta)\cos\zeta - \delta\sin\zeta\}}{[\delta]} = 2\,\delta\,Q.$$

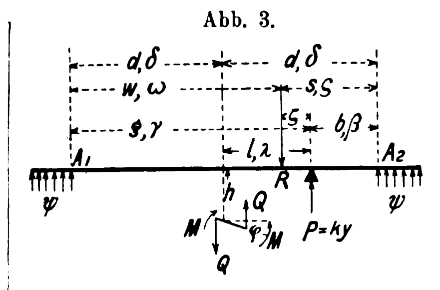
Da hiernach der Wert $M_1 = M_0 - \dfrac{\delta\,Q}{m}$ zahlenmäfsig bekannt ist, so kann die Wirkung der Last R auf die Oberbaustrecke links von A_1 gegeben werden, durch die auf den Ursprung A_1 bezogene Gleichung der elastischen Durchbiegung y:

$$2\,m^3\,E\,J y = e^{-mx}\{(Q - m\,M_1)\cos mx + m\,M_1 \sin mx\}.$$

2. Der Balken mit einer Zwischenstütze.

Wird unter dem in Textabb. 1 dargestellten Balken eine Einzelstütze angeordnet, so wird die Kräfteverteilung in diesem Balken statisch dreifach unbestimmt.

Abb. 3.



Befindet sich die Einzelstütze P mit der Einzellast R (Textabb. 3) auf derselben rechten Seite des Mittelpunktes 0, und ist hierbei $b < s$, so ergibt sich die auf 0 bezogene Gleichung der elastischen Durchbiegung y für diese rechte, belastete Seite:

$$E\,J\,y = E\,J\,h + E\,J\,\varphi\,x - \frac{M\,x^2}{2} + \frac{Q\,x^3}{6}, + \frac{R\,(x-r)^3}{6},$$
$$- \frac{P\,(x-l)^3}{6}.$$

Aus dieser Gleichung und ihren Ableitungen folgen die Bedingungen der elastischen Bindung am rechten Auflagerpunkte A_2:

$$E\,J\,h + E\,J\,\varphi\,d - \frac{M\,d^2}{2} + \frac{Q\,d^3}{6} + \frac{R\,s^3}{6} - \frac{P\,b^3}{6} = \frac{A+B}{4\,m^3}$$

$$E\,J\,\varphi - M\,d + \frac{Q\,d^2}{2} + \frac{R\,s^2}{2} - \frac{P\,b^2}{2} = -\frac{B}{2\,m^2}$$

$$-M + Q\,d + R\,s - P\,b = \frac{B-A}{2\,m},\; Q + R - P = A$$

oder bei Einführung der entsprechenden elastischen Winkelzahlen:

$$4\,m^3\,E\,J\,h + 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\delta - 2\,m\,M\,\delta^2 + \frac{2}{3}\,Q\,\delta^3 + \frac{2\,\sigma^3 R}{3} -$$
$$\frac{2\,\beta^3\,P}{3} = A + B,\; 2\,m^2\,E\,J\,\varphi - 2\,m\,M\,\delta + Q\,\delta^2 + R\,\sigma^2 -$$
$$P\,\beta^2 = -B,\; -2\,m\,M + 2\,\delta\,Q + 2\,\sigma\,R - 2\,\beta\,P = B - A$$
$$Q + R - P = A.$$

Durch Entfernung der Werte A und B werden daraus die Gleichungen gefunden:

$$2\,m^2\,E\,J\,\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) + Q\,(1+\delta)^2 + R\,(1+\sigma)^2 -$$
$$P\,(1+\beta)^2 = o,\; 4\,m^3\,E\,J\,h + 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,m\,M\,(1-\delta^2) -$$
$$2\,Q\,(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}) - 2\,R\,(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}) + 2\,P\,(1+\beta-\frac{\beta^3}{3}) = 0.$$

Ist bei der Einsenkung $y = 1$ der elastische Auftrieb der Stütze $P = K$, so ist die elastische Senkung dieser Stütze $= \dfrac{P}{K}$; daher folgt die dritte Gleichung:

$$4\,m^3\,E\,Jh + 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\lambda - 2\,m\,M\,\lambda^2 + \frac{2}{3}\,\lambda^3 Q + \frac{2\zeta^3}{3}\,R -$$
$$\frac{\psi\,P}{m\,K} = 0,$$

während für die linke nicht belastete und nicht durch Einzelstütze gestützte Seite durch Vertauschung von φ mit $-\varphi$, Q mit $-Q$ die beiden Bedingungen entstehen:

$$-2\,m^2\,E\,J\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) - Q\,(1+\delta)^2 = o,\; 4\,m^3\,EJ\,h -$$
$$4\,m^2 E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,m\,M\,(1-\delta^2) + 2\,Q\,(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}) = 0.$$

Diese fünf Gleichungen sind hinreichend und erforderlich, um die drei Kräfte m M, Q, P und die beiden Werte der elastischen Senkung h und der elastischen Drehung φ im Mittelpunkte 0 zu bestimmen. Durch sie wird daher nicht nur die Verteilung der Kräfte, sondern auch das ganze Verhalten, insbesondere die elastische Durchbiegung des Balkens, klargestellt.

Kommt es wesentlich auf die Bestimmung der Kräfte,

nicht auch auf die Darstellung der elastischen Durchbiegungen an, so wird man zweckmäfsig die Gröfsen h und φ aus den obigen Gleichungen entfernen und zur Berechnung der drei Werte M, Q und P die folgenden drei Gleichungen benutzen:

Gl. 1) $4\,m\,M\,(1+\delta)+P\,(1+\beta)^2=R\,(1+\sigma)^2$,

Gl. 2) . . $2\,Q\,[\delta]-P\,[\beta\,\delta]=-R\,[\sigma\,\delta]$,

Gl. 3) $2\,m\,M\,(1+\gamma)^2+2\,Q\,[\gamma\delta]+\frac{P\,\psi}{m\,K}=\frac{2}{3}\,R\,\zeta^3$.

Nimmt man die Werte 4 m M, 2 Q und P als die drei Unbekannten, so erhält man durch Vervielfältigung der Gl. 3) mit m K als allgemeinen Nenner N aller Bestimmungswerte: $N=\eta\,m\,k+(1+\delta)\,[\delta]\,\psi$, wenn η den Determinantenwert darstellt:

$$\eta=\begin{vmatrix} 1+\delta, & o, & (1+\beta)^2 \\ o, & [\delta], & -[\beta\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & [\gamma\,\delta], & o \end{vmatrix}$$

$$=(1+\delta)\,[\beta\,\delta]\,[\gamma\,\delta]-\frac{[\delta]\,(1+\beta)^2\,(1+\gamma)^2}{2}$$

während der zugehörige Zähler jedes Mal durch Einsetzung der Werte der rechten Seite der Gleichungen in die betreffende Spalte der Determinante gefunden wird.

Will man beispielweise den Schwellendruck P bestimmen, so kann man setzen

$$\frac{P}{R}=\frac{a\,m\,K}{\eta\,m\,K+(1+\delta)\,[\delta]\,\psi}$$

wenn unter a der Determinantenwert verstanden wird:

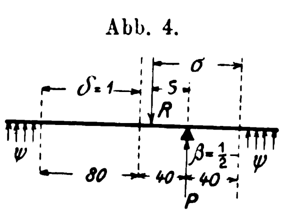
$$a=\begin{vmatrix} 1+\delta, & o, & (1+\sigma)^2 \\ o, & [\delta], & -[\sigma\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2} & [\gamma\,\delta], & \frac{2}{3}\,\zeta^3 \end{vmatrix}$$

Für $\zeta=o$ wenn also R auf der Querschwelle steht, wird $a=\eta$, also für feste Lagerung, $K=\infty$, P stets $=R$.

Läfst man die Einzelstütze P fort, so fällt für $\frac{P}{K}=\frac{o}{o}$ Gl. 3) aus, und die Gl. 1) und 2) geben die für Textabb. 1) angegebenen Werte.

Um nun ein Zahlenbeispiel mit augenscheinlicher Unsymmetrie vorzuführen, wird im folgenden der gröfste durch ein Einzelrad R erzeugte Stützendruck P für den in Textabb. 4 dargestellsen Langschwellenoberbau berechnet, welcher auf der Strecke von 160 cm frei liegen und unsymmetrisch durch die Einzelstütze gestützt sein möge.

Abb. 4.



Ist $J=1000\text{ cm}^4$, $E=2\,00\,0000$ kg qcm, $\psi=195$, so ist:

$$m=\sqrt[4]{\frac{195}{4\,.\,2000000\,.\,1000}}=\text{rund }\frac{1}{80};$$

ferner folgen die Zahlen $\delta=1$, $\beta=\frac{1}{2}$, $\lambda=\frac{1}{2}\gamma=\frac{3}{2}$ und daher

$$\frac{P}{R}=\frac{a\,m\,K}{\eta\,m\,K+(1+\delta)\,[\delta]\,\psi}=\frac{a\,m\,K}{16{,}71\,m\,K+11{,}33\,\psi}.$$

Wäre nun $K=15600$ Kg, so folgt $m\,K=\psi$ und daher $\frac{P}{R}=0{,}6$ für Stellung des Rades auf der Stütze.

Die Stellung des Rades R über der Einzelstütze P erzeugt aber keineswegs den gröfsten Stützendruck P. Zu dessen Bestimmung ist der allgemeine Wert für willkürliche Werte σ, ζ zu verfolgen:

$$a=\begin{vmatrix} 2, & o, & (1+\sigma)^2 \\ 0, & \frac{17}{3}, & -[\sigma\,\delta] \\ \frac{25}{8}, & \frac{61}{8}, & \frac{2\,\zeta^3}{3} \end{vmatrix}$$

Wird die Abgeleitete $=0$ gesetzt:

$$\frac{d\,a}{\delta\,\sigma}=\begin{vmatrix} 2, & o, & (2+2\,\sigma) \\ o, & \frac{17}{3}, & -\frac{d[\sigma\,\delta]}{d\,\sigma} \\ \frac{25}{8}, & \frac{61}{8}, & 2\,\zeta^2 \end{vmatrix}=0,$$

so folgt für $\zeta=\sigma-\frac{1}{2}$ die folgende quadratische Gleichung zur Bestimmung derjenigen Stellung σ, ζ, welche dem höchsten Werte von P entspricht:

Gl. 4) $\frac{17}{3}\,(\sigma-\frac{1}{2})^2+\frac{61}{4}\{3+2\,\sigma-\sigma^2\}-(1+\sigma),\frac{17.25}{12}=0$

oder nach Ausführung:

$$\sigma^2-3{,}72\,\sigma+2{,}16=0$$

$$\sigma=1{,}86-\sqrt{3{,}46-2{,}16}=1{,}86-\sqrt{1{,}3}$$

$$=1{,}86-1{,}14=0{,}72.$$

Hieraus ergibt sich der Wert $a=$ rund 20, so dafs also der höchste Wert P zu berechnen sein würde nach der Gleichung:

$$\frac{P}{R}=\frac{20\,m\,K}{16{,}71\,m\,k+11{,}33\,\psi}.$$

Wäre die Einzelstütze fest und unelastisch, so würde für $K=\infty$ der höchste Stützendruck entstehen:

$$\frac{P}{R}=\frac{20}{16{,}71}=\text{rund }1{,}2,$$

während beispielsweise für $m\,K=\psi$ der Wert $\frac{P}{K}=\frac{20}{28}=\frac{5}{7}$ gelten würde.

Dieses Zahlenbeispiel der Textabb. 4 kann als Beispiel der Berechnung des gröfsten Schwellendruckes P eines Querschwellenoberbaues der gleichmäfsigen Stützweite von 80 cm dienen für $J=1000\text{ cm}^4$, $K=15\,600$ kg, $E=2\,000\,000$ kg/qcm unter der Annahme, dafs im ungünstigen Falle einseitig eine einzige Querschwelle in ihrem Dienste versagen kann, nicht gestopft oder überhaupt nicht vorhanden ist, so dafs also in dem Oberbau von 80 cm Schwellenteilung eine einzige gröfsere Öffnung von 160 cm entstehen würde.

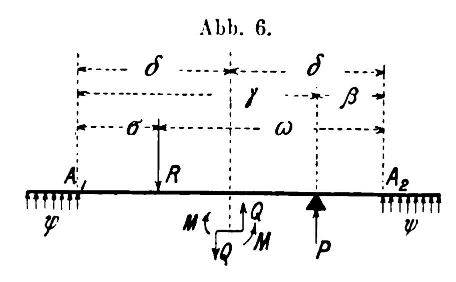
Die Bestimmungsgleichungen 1) 2) und 3) gelten nach Mafsgabe ihrer Ableitung zunächst nur für den Fall, dafs R zwischen Balkenmitte und Stütze P steht. Rückt R über O hinaus, so bedürfen die Formeln einer besonderen Beachtung, da der Bestimmungswert Q beim Übergange von R über O daselbst einen unstetigen Sprung macht. Bewegt sich aber R nach rechts über die Stütze P hinaus, so wird hierbei augenscheinlich eine Unstetigkeit in den Formeln bedingt, so zwar, dafs für $\sigma < \beta$ (Textabb. 5) der Bestimmungswert $\frac{2\,R\,\zeta^3}{3}$ der Gl. 3) wegfällt und die Gleichungen gelten:

$$4\,m\,M\,(1+\delta) + P\,(1+\beta)^2 = R\,(1+\sigma)^2$$
$$2\,Q\,[\delta] - P\,[\beta\,\delta] = -R\,[\sigma\,\delta]$$
$$2\,m\,M\,(1+\gamma)^2 + 2\,Q\,[\gamma\,\delta] + \frac{P\,\psi}{m\,K} = 0$$

Abb. 5.

Steht R links von O, so können zur Bestimmung der fünf, im nämlichen gleichen Sinne genommenen Bestimmungsgröfsen φ, Q, h, M, P, die fünf Gleichungen (Textabb. 6) auf-

Abb. 6.



gestellt werden, indem die analytische Betrachtung in der bereits vorgeführten Weise auf den Mittelpunkt O bezogen bleibt:

$$2\,m^2\,E\,J\,\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) + Q\,(1+\delta)^2 - P\,(1+\beta)^2 = 0$$
$$4\,m^3\,E\,J\,h + 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,m\,M\,(1-\delta^2) - 2\,Q\left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}\right) + 2\,P\left(1+\beta-\frac{\beta^3}{3}\right) = 0$$
$$4\,m^3\,E\,J\,h + 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\lambda - 2\,m\,M\,\lambda^2 + \frac{2}{3}\,\lambda^3\,Q - \frac{\psi\,P}{m\,K} = 0$$
$$-2\,m^2\,E\,J\,\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) - Q\,(1+\delta)^2 + R\,(1+\sigma)^2 = 0$$
$$4\,m^3\,E\,J\,h - 4\,m^2\,E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,m\,M\,(1-\delta^2) + 2\,Q\left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}\right) - 2\,R\left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right) = 0$$

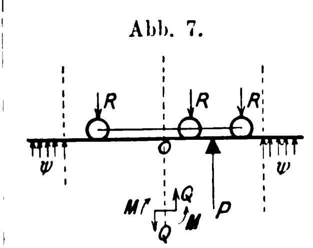
aus welchen, durch Entfernung der Werte h, φ, die drei Gleichungen abgeleitet werden können:

$$4\,m\,M\,(1+\delta) + P\,(1+\beta)^2 = R\,(1+\sigma)^2$$
$$2\,Q\,[\delta] - P\,[\beta\,\delta] = +R\,[\sigma\,\delta]$$
$$2\,m\,M\,(1+\gamma)^2 + 2\,Q\,[\gamma\,\delta] + \frac{P\,\psi}{m\,K} = 2\,R\,[\sigma\,\gamma].$$

Hierbei ist die linke Seite dieser Gleichungen für alle denkbaren Stellungen der Last P innerhalb der Punkte $A_1\,A_2$ dieselbe geblieben, also bleibt die Determinante der Gleichungen dieselbe, auf welcher Strecke auch die Last R steht. Die Werte der rechten Seiten der zweiten und dritten Gleichung sind aber von der Strecke, auf welcher R steht, abhängig; wie hier nochmals hervorgehoben wird, bedeutet in allen Formeln s, σ die Zahl der kleinsten Entfernung der Last R vom nächsten Widerlager.

Weil hiernach die Kräfteverteilung für jede beliebige Stellung R bekannt ist, so kann man für einen beliebigen gekuppelten Lastzug die ganze Wirkung betrachten (Textabb. 7) und beispielsweise in ähnlicher Weise, wie es für ein Einzelrad in einem Zahlenbeispiele gezeigt ist, den höchsten, durch drei oder mehrere Lasten R hervorgerufenen Druck P bestimmen.

Abb. 7.



Zur Lösung derartiger Aufgaben braucht man die ganze Betrachtung nicht stets auf den Mittelpunkt O zu beziehen, sondern kann willkürlich beliebige Ursprünge und beliebige Bestimmungsgröfsen annehmen.

Jedoch gelangt man durch die hier angenommene Betrachtungsweise jedenfalls am bequemsten zu den einfachsten, allgemein gültigen Beziehungen, welche im folgenden noch etwas näher beleuchtet werden sollen.

(Fortsetzung folgt.)

Über das Dichthalten der Feuerbüchsen-Bodenringe.

Von **O. Busse**, Königlichem Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Oft schon hörten wir bezüglich der Lokomotiven dem Gedanken Ausdruck geben, dafs der Bodenring der schwache Punkt des Lokomotivkessels ist, nicht etwa in Bezug auf seine Festigkeit, sondern auf das Dichthalten und die aus der Undichtheit folgende Verzehrung des Kessels an dieser Stelle. Diese tritt meist an den Ecken in gröfserm Umfange auf und will hier oft keinem Nachstemmen gründlich weichen. Was hat man nun getan, um bessere Dichtung zu erzeugen? Man hat die ursprüngliche einfache Nietreihe durch doppelte, ja sogar dreifache ersetzt und den Bodenring an den Ecken herunter gezogen und schmaler gemacht, so dafs er blofs eine Verbindung mit dem äufsern Kesselbleche bildet.*) Diese Ausführungsform ist gut, aber teuer in der Herstellung des Bodenringes, so lange man ihn schmieden mufste, bei der heute möglichen Herstellung aus Stahlgufs verdient sie unbedingt Beachtung. Dafs die doppelte Nietreihe nicht zum Ziele führt, ist bekannt, und dafs die alte einfache Nietreihe sehr gute Dichthaltung geben kann, bemerkte ich vor einigen Jahren bei mehreren Kesseln, die mir unterstellt sind. Das gab mir Veranlassung, Untersuchungen über diese Sache anzustellen und hiernach eine grofse Zahl von Kesseln blofs mit einfacher Nietung am Bodenringe zu versehen, was ich durchaus nicht zu bereuen hatte.

Meine Betrachtungen gingen nach zwei Richtungen:

1. Wie entstehen die Undichtheiten?
2. Sind die einfachen Nietungen von genügender Festigkeit?

Beim Eintreiben und Kopfmachen jedes Nietes wird eine Streckung des umliegenden Kesselbleches erzeugt, diese Streckung vermehrt sich von Niet zu Niet und macht sich an den schwächsten Stellen am meisten bemerkbar. Diese sind die Ecken, wo die Nietköpfe teils recht weit auseinander sitzen,

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band I, 2. Auflage, S. 170, Textabb. 164.

und wo auch Schrauben verwendet werden müssen, weil für die durchgehenden Niete in der Ecke kein Raum ist; man schwächt zwar die Wirkung dadurch ab, dafs man die Ecke zuerst nietet, dann die Mitte und dann von den Ecken sowohl, als auch von der Mitte aus abwechselnd Niete eintreibt, um die Streckung zu verteilen. Die Streckung wird jedoch nicht ganz vermieden, sie tritt um so stärker auf, je mehr Niete man anwendet, dazu kommt nun noch, dafs die doppelte Nietung eine weitere Nietteilung längs der Stemmkante bedingt, so dafs das Blech nicht so fest gegen den Bodenring gehalten wird. Aus diesem Grunde kann die Stemmung nicht so tief eindringen, als bei engerer, einfacher Teilung geschieht, sie wird daher von den herunterfallenden Kesselsteinteilchen leichter losgedrückt. Hat sich das Wasser aber erst bis zur Stemmkante hindurchgearbeitet, so entstehen Undichtheiten, Rosten und Verzehren, welches schnell zur Zerstörung führt.

Für das Dichthalten ist somit die doppelte Nietung blofs von Schaden, es fragt sich, ob sie für die Festigkeit nötig ist, oder ob die einfache Nietung nicht genügend Festigkeit gibt.

Diese Frage mag an einer Feuerkiste untersucht werden, welche für einen Kesseldruck von 15 kg/qcm bestimmt ist, einen 100 mm breiten Bodenring, 65 mm Nietteilung und 26 mm starke Niete hat. Die Beanspruchung des einzelnen Nietes ist auf Abscherung und auf Zerreifsen zu untersuchen und die des Kesselbleches auf Zerreifsen. Auf den Abschnitt einer Nietteilung wirkt eine abscherende Kraft von $10 \,.\, 6{,}5 \,.\, 15 = 975$ kg, der Querschnitt eines Nietes ist 531 qmm, die Scherspannung also $\frac{975}{2 \,.\, 531} = 0{,}918$ kg/qmm.

Das Kesselblech zwischen den Nieten wird 17 mm stark angenommen, hat also einen Querschnitt von $17 \,.\, (65 - 26) = 663$ qmm. Die Längsspannung ist $\frac{975}{2 \,.\, 663} = 0{,}735$ kg/qmm, also auch für Kupfer eine sehr niedrige.

Der Längszug auf ein Niet ist gleich dem Dampfdrucke auf das Kesselblech, gemessen von der untern Stehbolzenreihe bis zur Nietreihe. Bei einem Abstande von 100 mm, der Breite von 65 mm und dem Dampfdrucke von 15 kg/qcm also wieder $10 \,.\, 6{,}5 \,.\, 15 = 975$ kg, die Längsspannung im Schafte also $\frac{975}{531} = 1{,}84$ kg/qmm.

Die Spannung eines Nietes ist bei 1,84 kg/qmm Längs- und 0,918 kg/qmm Scher-Spannung gemäfs den Regeln zusammengesetzter Festigkeit nur 2,44 kg/qmm.

Diese Spannungen fordern also keine doppelte Nietreihe, und da diese, wie oben nachgewiesen, für das Dichthalten schädlich ist, kann sie füglich aufgegeben werden.

Ich kann deshalb nach Erfahrung und Berechnung empfehlen, die Feuerbüchsenbodenringe mit einfachen Nietungen und mit heruntergezogenen Ecken auszustatten, die die Verbindung mit dem äufsern Kesselbleche durch etwa acht Niete herstellen.

Heifsdampf-Zwillings-Lokomotive für schwere Schnellzüge der Aufsig-Teplitzer Eisenbahn-Gesellschaft.

Mitgeteilt von **C. Maresch,** Ingenieur, Vorstand des Werkstätten- und Zugbeförderungs-Dienstes der Aufsig-Teplitzer Eisenbahn.

Die Bewältigung des fortwährend wachsenden Verkehres erheischt Hülfsmittel, um die Grenze der Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen immer weiter auszudehnen. Die Aufsig-Teplitzer Eisenbahn-Gesellschaft hat als eine der verkehrsreichsten österreichischen Eisenbahnen, insbesondere in den letzten Jahren, den stetig wachsenden Verkehrsanforderungen sowohl durch Verstärkung und Verbesserung der Gleisanlagen und Sicherungseinrichtungen, als auch durch Schaffung leistungsfähigerer Betriebsmittel zu entsprechen getrachtet und sich bemüht, die neuesten technischen Errungenschaften zu verwerten, um bei möglichster Wirtschaftlichkeit die nötige Betriebsicherheit und höhere Leistungsfähigkeit zu erreichen.

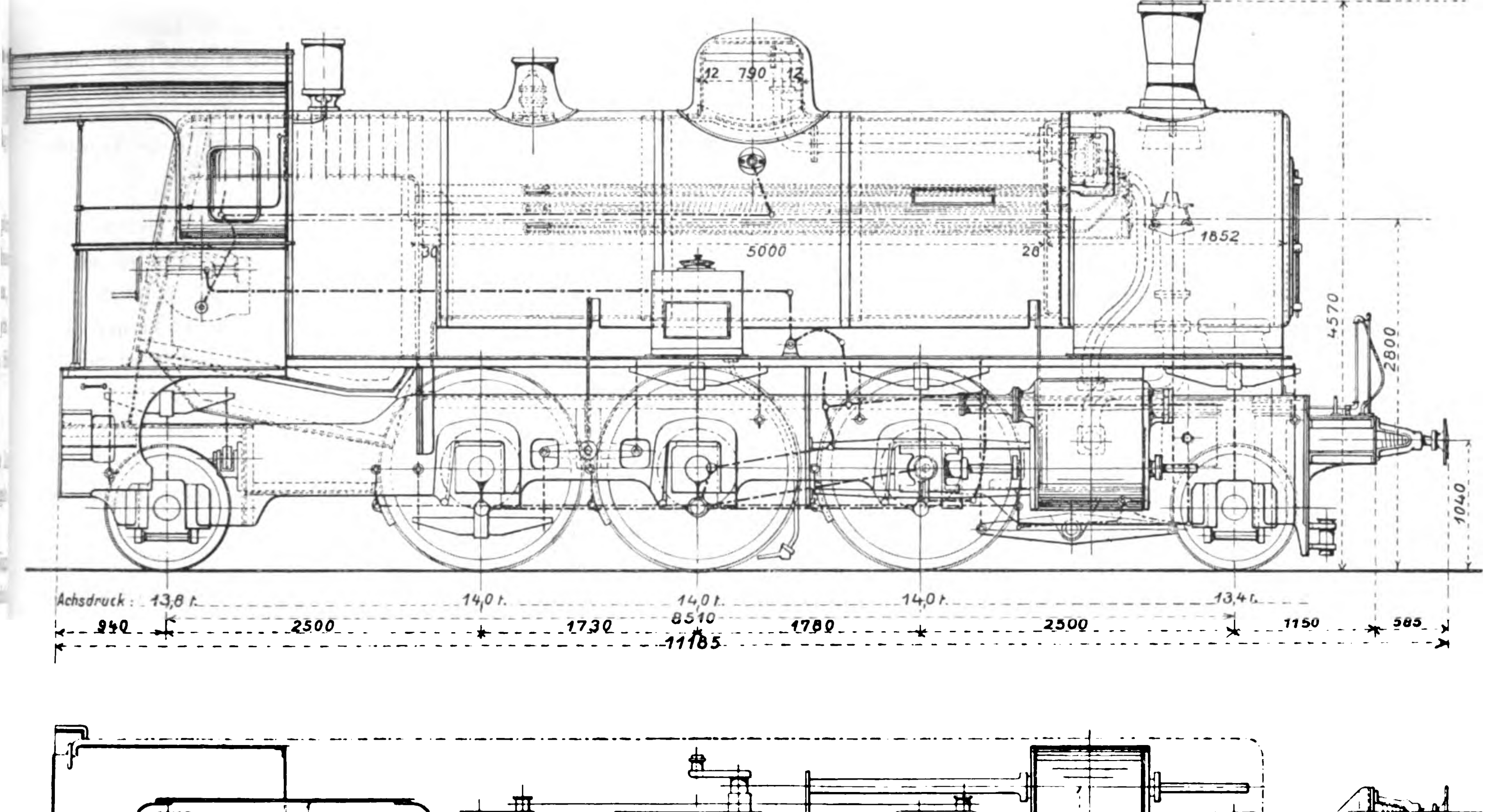
Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit war nicht allein dem Verlangen nach höherer Fahrgeschwindigkeit, sondern auch dem Umstande Rechnung zu tragen, dafs der Fernverkehr stets schwerer werdende Personenzüge verlangt, die auf den bestehenden Schienenwegen nur von besonders gebauten Lokomotiven befördert werden können.

Da auf der Strecke Aufsig-Komotau der Aufsig-Teplitzer Eisenbahn-Gesellschaft lange Rampen von 8 und 10 ‰ zu befahren sind, so genügten die bisher verwendeten $^2/_4$ gekuppelten Zwillings-Lokomotiven für die zwischen Berlin und Karlsbad über Teplitz verkehrenden schweren Bäderschnellzüge nicht mehr, daher wurden für diesen Dienst zunächst kräftigere $^2/_5$ gekuppelte Schnellzug-Zwillings-Lokomotiven angeschafft. Aber schon nach Ablauf von vier Jahren erwiesen sich diese gleichfalls als unzureichend. An ihre Stelle traten nun $^2/_5$ gekuppelte Schnellzug-Verbund-Lokomotiven mit einem Hochdruck- und zwei Niederdruck-Dampfzylindern. Die Kessel dieser Lokomotiven reichten aber nach kurzer Zeit auch nicht mehr aus, da inzwischen die Wagenlast der zu befördernden Schnellzüge mit rund 300 Plätzen in drei Wagenklassen unter Mitführung je eines schweren Gepäck- und Speise-Wagens auf 300 t gestiegen ist, und die Beförderung dieser D-Schnellzüge mit Vorspann-Lokomotiven mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit nicht empfehlenswert erschien. Nun wurde die Anschaffung von Heifsdampf-Zwillings-Lokomotiven der »Prärie«-Bauart beschlossen, für die als Leistung die Beförderung eines 300 t schweren Schnellzuges auf andauernder Neigung von 10 ‰ mit mindestens 52 km/St. Fahrgeschwindigkeit vorgeschrieben, und von der bei 80 km/St. noch ruhiger Gang in der geraden Strecke und im Bogen verlangt wurde.

Für die Wahl der »Prärie«-Bauart war mafsgebend, dafs die zu verwendende Braunkohle grofse Roste verlangt und dafs die Bahnstrecke mit ihren Steigungen, Bogen und kleinen Stationsabständen nur die Höchstgeschwindigkeit von 80 km/St. gestattet, sodafs ein schweres Drehgestell in Wegfall kommen konnte und bei entsprechender Achsverteilung unter Einhaltung



Abb. 1.



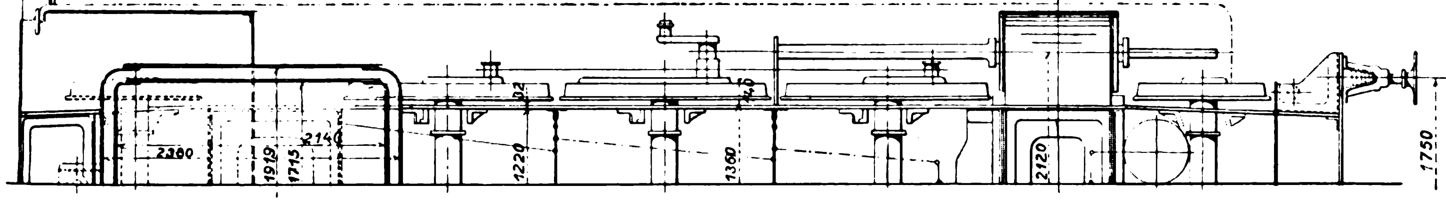


Abb. 2.

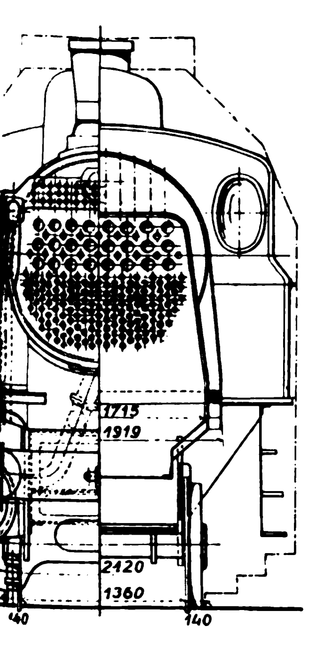
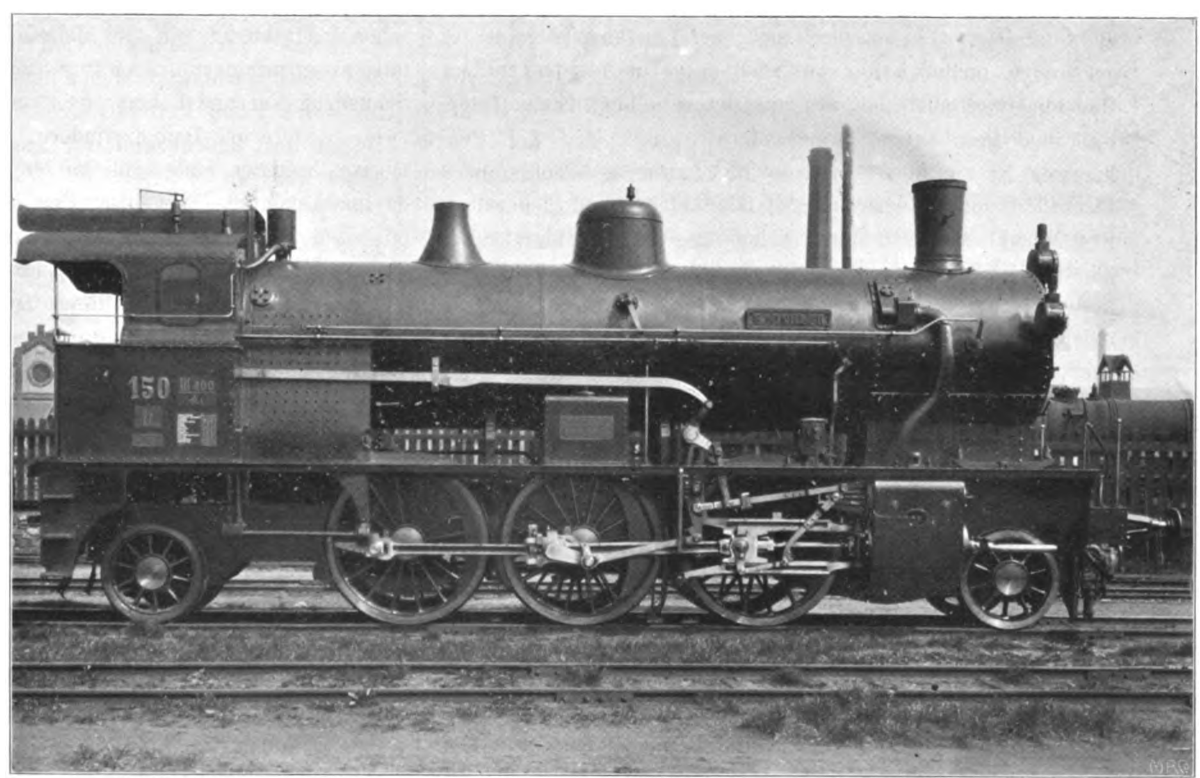


Abb. 3.



der Achslast von 14 t mit den vorhandenen Drehscheiben auszukommen war. Diese Lokomotive ist in den Textabb. 1 bis 3 dargestellt.

Der Kessel.

Der für 13 at Überdruck des Nafsdampfes bestimmte Kessel weicht nur in wenigen Teilen von der üblichen Bauart ab, er ist aber in Langkessel und Rauchkammer mit einem in Österreich bei Lokomotiven noch nicht üblichen Überhitzer versehen.

Der Kessel zeichnet sich durch die Gröfse seiner Rostfläche von 3,67 qm bei einer nur 2380 mm langen, dafür aber 1920 mm breiten Feuerbüchse aus, welche durch eine 470 mm breite Heiztür mit Kohle leicht und gleichmäfsig beschickt werden kann. Der Feuerbüchsenrahmen ist im vordersten Teile nach oben gekröpft, um die Triebachsen weit nach hinten rücken und so eine Überlastung der hintern Laufachse vermeiden zu können. Die innere Feuerbüchse ist aus Plattenkupfer mit ebener, die äufsere aus basischem Martinflufseisen mit runder Decke ausgeführt. Die Verbindung beider Decken erfolgt bis auf ihren vordersten Teil durch Deckenankerschrauben, die Versteifung des vordersten Teiles aber bewirken 400 mm lange Überlegeisen, die sich vorn auf die Rohrwand, hinten auf die vorderste Deckenankerschrauben-Reihe stützen. Die übrigen Versteifungen des Feuerkastens sind in der sonst üblichen Weise ausgebildet. Der an den Feuerkasten unmittelbar anschliefsende Langkessel besteht aus drei Schüssen von 1600 und 1634 mm äufserm Durchmesser und trägt auf dem mittlern Schusse einen 600 mm hohen Dampfdom, hinter dem ein gesonderter Aufsatz mit zwei Sicherheitsventilen der Bauart Coale angeordnet ist. Dieser Aufsatz ist mit einer als Schalldämpfer dienenden Blechverkleidung derart umgeben, dafs der abblasende Dampf der Lokomotivmannschaft die Fernsicht nicht hindert. Die Fortsetzung des Langkessels bildet eine geräumige, zylindrische, 1860 mm lange und 1700 mm weite Rauchkammer mit vom Führerhause aus verstellbarem Klappenblasrohre und Schnelldampfer-Vorrichtung. Auf der Rauchkammer ist ein 890 mm langer Prüfsmann-Schornstein aus Blech mit gufseisernem Untersatze befestigt, dessen aus zwei Blechtrichtern bestehende Verlängerung in die Rauchkammer hineinragt.

Zwischen der Feuerbüchsen- und Rauchkammer-Rohrwand sind zweierlei nahtlose Heizrohre von 5000 mm Länge zwischen den Rohrwänden angeordnet. Die eine Rohrgattung bilden 172 gewöhnliche Heizrohre von 52 mm äufserm und 46 mm innerm Durchmesser, welche mit Kupferstutzen in die Feuerbüchsenrohrwand eingezogen sind. Die zweite Rohrgattung besteht aus Heizröhren von 133 mm äufserm und 124 mm innerm Durchmesser, die als oberste Rohre in drei Reihen zu je acht angeordnet sind und die stählernen Überhitzrohre des nach W. Schmidt*) gebauten Rauchröhren-Überhitzers enthalten. Diese Rohre sind in die Rohrwände wie gewöhnliche Heizrohre durch Aufwalzen eingedichtet und enthalten behufs besserer Dichtung in der Feuerbüchsen-Rohrwand an ihrem Hinterende je fünf Rillen, die 0,75 mm tief eingedreht sind. In jedem dieser Rauchrohre steckt eine aus vier nahtlosen Stahlröhren von 35 mm äufserm und 27 mm innerm Durchmesser zusammengesetzte Überhitzerzelle. Die Röhren sind so angeordnet, dafs der Nafsdampf vor dem Austritte durch alle vier Röhren strömen mufs. Die Überhitzerröhren reichen von der Rauchkammer bis 900 mm vor die Feuerbüchsenwand. Alle 24 Überhitzerzellen sind an einen gufseisernen, in der Rauchkammer an der Rohrwand und Decke befestigten Sammelkasten mit zwei Dampfkammern angeschlossen. Der Nafsdampf tritt beim Öffnen des Reglers durch das Dampfeinströmrohr in eine der beiden Dampfkammern des Sammelkastens, durchströmt je eine Überhitzerzelle und gelangt als hochüberhitzter Dampf in die zweite Dampfkammer des Sammelkastens und von da durch ein weiteres Dampfeinströmrohr in die Arbeitszylinder. Der Nafsdampf wird also erst auf dem Wege zu den Arbeitszylindern überhitzt. Die Überhitzerzellen sind gegen das Verbrennen bei geschlossenem Regler durch drei in der Rauchkammer über einander angeordnete, sich nach unten öffnende, lotrechte Überhitzerklappen geschützt, welche die Rauchrohre für die Dauer der Abstellung des Reglers selbsttätig absperren. Das Öffnen des Reglers bewirkt selbsttätig auch das Öffnen dieser Klappen, damit den ungehinderten Durchgang der Heizgase durch die Rauchrohre und das Überhitzen des zu den Arbeitszylindern strömenden Dampfes. Dieses beim Schliefsen und Öffnen des Reglers eintretende, selbsttätige Schliefsen und Öffnen der Klappen besorgt ein kleiner Dampfzylinder, dessen Kolben durch die Reglerbewegung gesteuert wird, die Rückstellung des Kolbens bewirkt das Eigengewicht der Überhitzerklappen. Durch ein vom Heizerstande aus zu betätigendes Handrad kann das Gestänge zu dem Hülfszylinder derart verstellt werden, dafs die drei Klappen je nach dem gewünschten Grade der Überhitzung mehr oder weniger geöffnet werden. Den Grad der Überhitzung gibt ein im Führerhause untergebrachtes Fernpyrometer mit selbsttätiger Ausgleichung an. Die Überhitzerklappen stehen aufserdem mit der Rauchkammertür durch einen Kettenstrang derart in Verbindung, dafs beim Öffnen der Rauchkammertür auch die Überhitzerklappen geöffnet werden.

Die ganze wasserberührte Kesselheizfläche beträgt 202,4 qm, 11,9 qm in der Feuerbüchse, 190,5 qm in den Heizröhren. Aufserdem haben die Überhitzerzellen 47,6 qm feuerberührter Überhitzfläche.

Für leichte Reinigung des Kessels ist durch eine zweckmäfsige Anordnung von 26 Auswaschluken gesorgt, dem Kessel ist eine besondere Ausblasevorrichtung beigegeben, welche zur Reinigung des Überhitzers und der Heizrohre durch Dampf zu benutzen ist. Als Rauchverzehrer dient neben der bekannten Marekschen*) Heiztür ein in die Feuerbüchse eingebautes, 1,2 m langes Gewölbe aus feuerfestem Mauerwerke.

Das Laufwerk.

Die Lokomotive läuft auf fünf Achsen, und zwar auf einer Triebachse, zwei vor und hinter der Triebachse angeordneten Kuppelachsen und je einer Laufachse vor und hinter den gekuppelten Achsen. Der Laufkreisdurchmesser der Triebräder

*) Organ 1902, S. 56, 75.

*) Organ 1896, S. 223; 1898, S. 97.

beträgt bei unabgenutzten Reifen 1620 mm, der der unabgenutzten Laufräder 1000 mm. Der feste Achsstand der drei gekuppelten Achsen ist 3510 mm, der ganze Achsstand der Lokomotive 8510 mm, die Entfernung der Laufachsen von den benachbarten Kuppelachsen ist vorn und hinten gleich. Die Laufachsen sind nach Adams verschiebbar eingerichtet. Die seitliche Verschiebbarkeit im Bogen beträgt jederseits 48 mm und gewährleistet sicheres Fahren in Gleisbogen bis zu 180 m Halbmesser; eine Rückstellvorrichtung ist nicht vorgesehen. Um auch in scharfen Bogen ein Zwängen der treibenden Räder zu verhüten, ist der Spurkranz jedes Triebrades aufsen um 5 mm schwächer gedreht, als bei den übrigen Rädern.

Den Lokomotivrahmen bilden zwei 30 mm starke Platten, die an zahlreichen Stellen durch kräftige Verbindungen zusammengehalten sind. Der zwischen den Rädern liegende Rahmen ist vorn eingezogen, hinten nach innen abgebogen, um für die Laufachsen das erforderliche Spiel zu haben.

Das Gewicht der federnden Teile der Lokomotive wird durch 900 mm lange Blattfedern auf die Achsbüchsen übertragen; um Ent- oder Überlastungen der vordern Laufachse vorzubeugen, sind die Federgehänge mittels Längshebels mit den Federn der ersten Kuppelachse verbunden, ebenso ist die Belastung der Trieb- und zweiten Kuppel-Achse durch Einschaltung von Hebeln ausgeglichen. Die Federn der hintern Laufachse sind am vordern Ende durch einen Querhebel verbunden.

Das Triebwerk.

Die beiden aufserhalb des Lokomotivrahmens wagerecht angeordneten, gufseisernen Dampfzylinder von je 540 mm lichter Weite und 630 mm Hub haben beiderseits geführte Kolbenstangen. Die Führung, durch welche die Kolbenstopfbüchsen zweckmäfsig entlastet werden, bildet vorn eine Lagerbüchse, hinten der Kreuzkopf. Die Liderung der Stopfbüchsen besteht aus Weifsmetallringen besonderer Zusammensetzung, welche derart gelenkig gefafst sind, dafs sie dem Spiele der Kolbenstange folgend gute Abdichtung sichern.

Der stählerne Kolbenkörper der Dampfzylinder hat drei gufseiserne Dichtungsringe mit Selbstspannung. An den Innenseiten der Dampfzylinder ist je ein Druckausgleicher vorgesehen, welcher aus einem Verbindungstutzen mit Hahn besteht und die Verbindung des Dampfzylinderraumes vor und hinter dem Kolben vermittelt. Diese Druckausgleichvorrichtung ist vom Führerstande aus auf Gefällstrecken und bei Leerfahrt zu betätigen. Hierbei verhütet sie einesteils das Ansaugen kalter oder unreiner Luft in die Zylinder und die hiermit verbundenen schädlichen Folgen, anderenteils wirkt sie durch die zum Druckausgleiche erforderliche geringe Arbeitsleistung günstig auf die Gangart der Lokomotive ein.

Die Bewegung der nach W. Schmidt aus Gufseisen ohne Spannringe hergestellten, vollkommen entlasteten Kolbenschieber von 150 mm Durchmesser bewirkt eine Heusingersche Steuerung. Die Kolbenschieber mit innerer Dampfeinströmung haben zwei gesonderte Einströmkanäle und werden ebenso, wie die Kolben der Dampfzylinder durch eine von der Steuerschwinge angetriebene Friedmannsche Schmierpresse neuester Bauart geölt. Die Kreuzköpfe der Arbeitskolben, die Führungschienen und die Köpfe der Trieb- und Kuppel-Stangen weisen keine besonderen Formen auf.

Die Ausrüstung.

Die Kesselspeisung wird durch zwei unmittelbar an der Stehkesselrückwand befestigte, saugende Friedmannsche Strahlpumpen, Klasse S. T. No. 9, bewirkt. Der aufzeichnende Geschwindigkeitsmesser, Bauart Haufshälter, für 3 Sekunden Mefszeit wird von der rechten hintern Kuppelstange mittels Gestänge und Getriebe betätigt und ist im Führerhause rechts vor dem Führerstande angeordnet.

Die Lokomotive ist mit der selbsttätigen Luftsauge-Umschalt-Schnellbremse, Bauart 1902, versehen; gebremst werden die Kuppelräder mit je einem Bremsklotze, der Bremsdruck beträgt im ganzen 22400 kg. Die Luftsauge-Bremsleitung für die Wagen führt auch zum vordern Kopfstücke der Lokomotive.

Die Dampfheizeinrichtung der Lokomotive ist gewöhnlicher Bauart; ihre Leitung ist auch nach vorn geführt, sodafs die angekuppelten Wagen auch bei Rückwärtsfahrt der Lokomotive geheizt werden können.

Das Führerhaus hat ein gesondertes Lüftungsdach, die Wände des Feuerkastens im Führerhause sind mit Asbestdecken als Wärmeschutz bekleidet.

Die auf dem Führerhause befindliche Dampfpfeife ist mit einem Gestänge für die Signalleine nach hinten und vorn eingerichtet.

Nebst ausgiebiger Spritzvorrichtung für den Aschenkasten und die Rauchkammer befindet sich auf der Lokomotive noch eine Einrichtung für Kohlenbespritzung und eine Feuerspritze.

Die Sandkasten stehen auf dem Umgange oberhalb der Triebräder. Das Sandstreuen kann vom Führerhause aus von Hand oder durch den Holt und Greshamschen Dampfsandstreubläser erfolgen.

Die Leistung.

Bei den amtlichen Schnellfahrten wurde eine Geschwindigkeit von 110 km/St. bei vollkommen ruhigem Gange erreicht. Die Lokomotiven, von denen bis jetzt drei beschafft sind, stehen seit Anfang Mai 1906 im Betriebe und befördern die bereits über 300 t schweren Bäderschnellzüge fahrplanmäfsig. Die beabsichtigte Dampfüberhitzung wird bereits nach kurzer Fahrt erreicht.

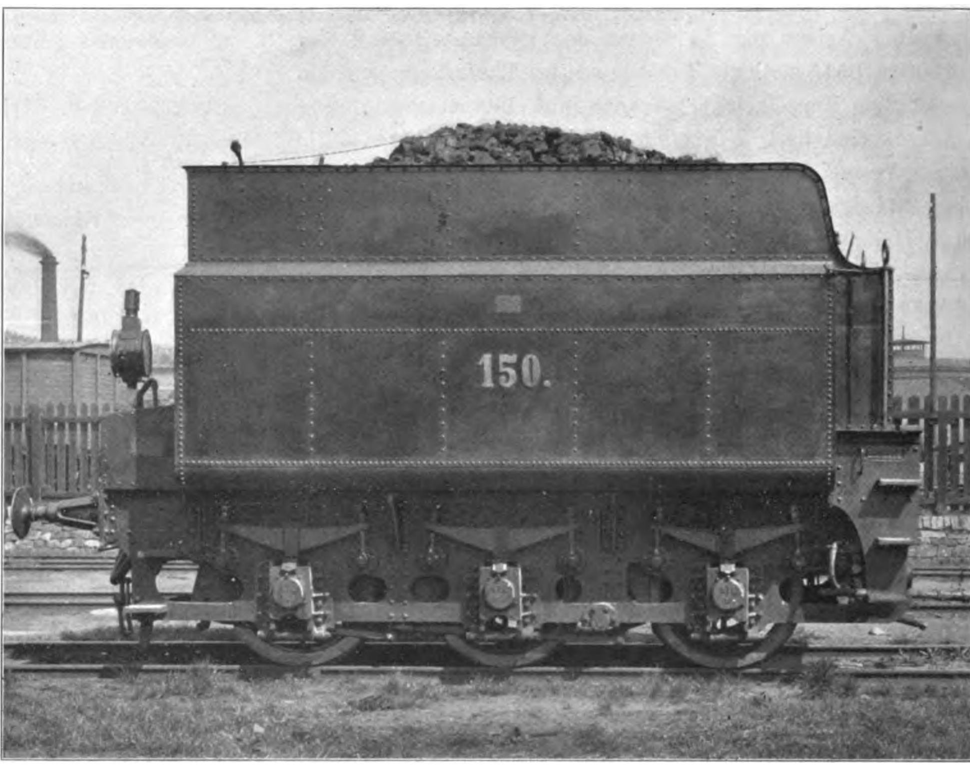
Der Tender.

Die Lokomotive ist mit einem dreiachsigen Tender (Textabb. 4) von 15 cbm Wasserinhalt und 7 cbm Kohlenraum gekuppelt. Die Kuppelung erfolgt durch ein steifes Zugeisen nebst seitlichen Notkuppeln und Buffern. Die Wasserschlauchkuppelung ist nach Szasz hergestellt. Der ganze Achsstand der innerhalb des Tenderrahmens angeordneten Räder beträgt 2900 mm. Das Leergewicht des Tenders beträgt 16 t, das Dienstgewicht 37 t. Der Tender ist aufser mit der Handspindelbremse mit der selbsttätigen Luftsauge-Schnellbremse der Bauart 1902 aus-

gerüstet; alle Räder sind auf einer Seite mit Bremsklötzen versehen.

Um die Tenderfüllöffnung beim Anhalten der Züge in den Wasserstationen unschwer unter das Auslaufrohr des Wasserkranes bringen zu können, hat der Wasserkasten auf seinen Längsseiten 4,2 m lange Füllkästen der Bauart Gölsdorf mit einem geneigt angeordneten Deckel, welcher vom Führerstande aus durch einen Hebel bequem gehandhabt werden kann.

Abb. 4.



Hauptabmessungen der Lokomotive.

Zylinderdurchmesser d	540 mm
Kolbenhub h	630 «
Durchmesser der Trieb- und Kuppelräder bei 65 mm Radreifenstärke D	1620 «
Durchmesser der Laufräder	1000 «
Kesseldurchmesser	1600 «
Betriebsdruck des Dampfes p	13 at
Rostfläche R	3,67 qm
Anzahl der Heizrohre	172 + 24 = 196
Äufserer Durchmesser der Heizrohre	52 mm und 133 mm
Innerer « « «	46 « und 124 «
Heizfläche der Heizrohre	190,5 qm
« der Feuerkiste	11,9 «
Wasserberührte Heizfläche im ganzen H	202,4 «
Feuerberührte Überhitzfläche	47,6 «
Gewicht der leeren Lokomotive	60 t
Gewicht der Lokomotive im Dienste L	66 «
Schienendruck der ersten Achse	12,8 «
« « zweiten «	13,5 «
Schienendruck der dritten Achse	13,5 t
« « vierten «	13,5 «
« « fünften «	12,7 «
Triebachslast L_1	40,5 «

Die Erbauerin der Lokomotive ist die Aktien-Gesellschaft der Lokomotiv-Bauanstalt vormals G. Sigl in Wiener-Neustadt, von der Entwurf und Ausführung stammen; den Tender lieferte die Tender- und Wagen-Bauanstalt von F. Ringhoffer in Smichow bei Prag.

Diese Zwillings-Lokomotive dürfte zur Zeit die leistungsfähigste der bisher ausgeführten Heifsdampf-Lokomotiven sein.

Das elektrische Verbindung-Signal der Schnellzüge der deutschen und österreichischen Eisenbahnen.

Von **J. Heitzinger,** Elektrotechniker der Werkstätten der österreichischen Südbahn.

Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen läfst gegenwärtig von einzelnen Eisenbahndirektionen Versuche anstellen, um danach eine geeignete Ausbildung der elektrischen Klingelleitung in den Schnellzügen ausfindig zu machen, ein Beweis, dafs für die Sicherheit des Schnellzugverkehres die Vorrichtungen der selbsttätigen Luftbremse als nicht ausreichend befunden worden sind. Die selbsttätige Luftdruckbremse von Westinghouse oder Carpenter und die selbsttätige Luftsaugebremse von Hardy versagen nämlich bei dem geringsten Gebrechen im Zylinder, in der Luftleitung oder im Gestänge. Unfälle in dieser Richtung können selbst durch unausgesetzte Überwachung des Spannungsmessers seitens der Lokomotivmannschaft nicht vermieden, höchstens abgeschwächt werden. Der Reisende hat beim Versagen der Luftbremse kein Mittel, um bei Gefahr Hülfe von aufsen herbeizurufen.

Man sollte nun meinen, dafs die Herstellung eines sicher wirkenden Verbindungsignales bei dem heutigen Stande der Elektrotechnik keine Schwierigkeiten machen könne, dennoch ist diese Frage bis heute noch nicht vollkommen zufriedenstellend erledigt; der heutige Stand dieser Frage soll im folgenden geschildert werden.

Dafs zur Abgabe eines Notzeichens die Elektrizität zu verwenden sei, ist bei allen bisher durchgeführten Lösungen als selbstverständlich vorausgesetzt worden; die Schwierigkeit liegt einerseits darin, dafs dem Reisenden das Abgeben eines Signales soviel als möglich erleichtert, dagegen jeder Unfug mit dem Signale vermieden werden soll. Anderseits soll aber die elektrische Leitung den ganzen Zug entlang derart angebracht sein, dafs sichere Wirkung des Signales unter allen Umständen gewährleistet ist.



Der Bequemlichkeit des Reisenden wird soweit Rechnung getragen, daſs die Möglichkeit zur Signalgebung mindestens in jedem Schnellzugwagen, häufig sogar in jedem Abteile an einer leicht erreichbaren Stelle geboten wird.

Die Hauptschwierigkeit liegt jedoch in dem zweiten Punkte, in der sichern Führung der Leitungen, namentlich in der verläſslichen Kuppelung zwischen den Wagen. Bei dem heutigen Stande des Durchgangsverkehres gibt es beinahe keinen einzigen Schnellzug, bei dem die Zusammensetzung von der Ausgangstation bis zur Endstation keine Änderung erleidet. Neben den Kuppelungen für Zugvorrichtung, Dampfheizung, Bremsleitung müssen nun auch die elektrischen Kuppelungen getrennt und wieder verbunden werden, was den Aufenthalt verlängert.

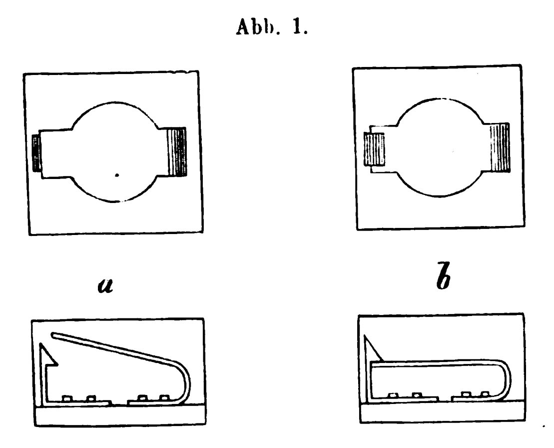
Diese Schwierigkeit hat in Österreich verschiedene Ausbildungen des Notsignales oder, wie es amtlich heiſst, des »elektrischen Interkommunikationssignales« gezeitigt, sodaſs beinahe jede gröſsere Bahn ihre eigene Anordnung hat.

Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn benutzt das Signal von Rayl*), welches auch von den österreichischen Staatsbahnen eingeführt wurde. Die Staatseisenbahngesellschaft benutzt das Signal Prudhome, die österreichische Nordwestbahn das von Bechtold und die österreichische Südbahn anfangs das Signal Kohn, welches dann mit dem von Rayl verbunden wurde, da sehr viele Schnellzugwagen auf die Staatsbahnen übergehen, wo das letztere eingeführt ist.

Diese vier Lösungen zerfallen in zwei Gruppen; Rayl und Prudhome benutzen den Eisenkörper der Wagen und die Schienen zur Rückleitung, haben also nur eine stromdichte Leitung, während bei Bechtold und Kohn beide Leitungen vom Wagenkörper und von einander stromdicht getrennt sind.

Die innere Einrichtung beruht bei allen Signalen auf dem Gedanken, durch Schlieſsung eines Stromschlieſsers das Läutewerk im Dienstwagen zu betätigen und dadurch die Zugmannschaft zum Anhalten des Zuges zu veranlassen. Die Schlieſsung des Stromschlieſsers erfolgt bei den älteren Wagenformen durch federnde Taster (Textabb. 1), welche durch eine Hemmung solange

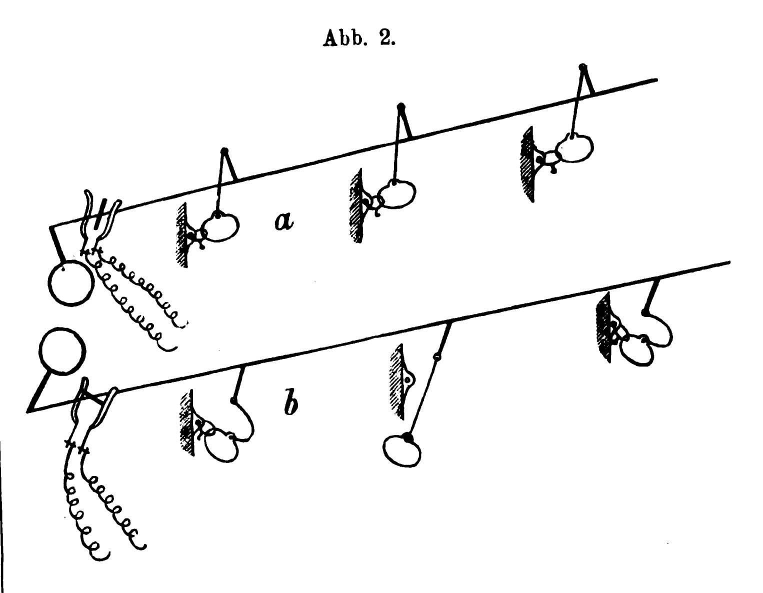
Abb. 1.



in geschlossenem Zustande gehalten werden, bis die Hemmung vom Zugführer wieder ausgelöst und der Taster wieder in den ursprünglichen, offenen Zustand gebracht ist. Hierdurch soll die Erkennung der Stelle ermöglicht werden, von der aus das Notsignal gegeben wurde, damit der Fahrgast zur Verantwortung gezogen werden kann, der das Signal etwa mutwilliger Weise betätigt hat. Der Stromschlieſser ist in Textabb. 1 bei a offen, bei b geschlossen und gehemmt gezeichnet; er wird durch das Papier mit der Anweisung verdeckt, das zum Zwecke der Benutzung eingedrückt wird.

Bei anderen Wagen erfolgt die Schlieſsung des Stromes durch einen an der Wand mit Bleisiegel verschlossenen Hebel oder Handgriff (Textabb. 2), dessen Siegel bei der Signalgebung

Abb. 2.



durch den Hebel oder Handgriff abgerissen wird, sodaſs man die Rufstelle auffinden kann. Bei allen Stromschlieſsern ist eine Anweisung über die Betätigung des Notsignales, gleichzeitig aber auch die Strafandrohung im Falle eines Miſsbrauches in den landläufigen Sprachen angebracht. Diese Art der Signalgebung ist ganz selbständig und hängt mit keiner andern Vorrichtung eines Schnellzugwagens zusammen. Textabb. 2 zeigt die Handgriffe, die Welle, den Stromschlieſser und die aufzurichtende Signalscheibe bei a in der Ruhelage, bei b mittels des mittlern Handgriffes umgestellt und betätigt.

An den neueren Wagen, welche mit selbsttätiger Westinghouse-, Carpenter- oder Hardy-Bremse versehen sind, und an den Wagen des Überlandverkehres, welche gewöhnlich mit allen diesen Bremsen ausgestattet sind, ist die elektrische Signalgebung durch Schlieſsung des Stromes mittels derselben Zugvorrichtung ermöglicht, mittels der die Bremse in Tätigkeit gesetzt wird. Wenn also ein Fahrgast an dem Handgriffe des Notsignales, über dessen Zweck ihn eine daneben befindliche Anweisung belehrt, zieht, öffnet er nicht allein das Ventil der Luftleitung, sondern er schlieſst auch gleichzeitig den elektrischen Strom, so daſs die Zugmannschaft bei Versagen der selbsttätigen Bremse durch das Klingelwerk auf die Gefahr aufmerksam gemacht wird und den Zug durch den Lokomotivführer anhalten läſst. Durch die Versiegelung des Handgriffes an einer festen Öse ist jedem Miſsbrauche vorgebeugt. Die Kennzeichnung des Wagens, von dem aus das Notsignal gegeben wurde, wird auch wohl durch das Herabfallen einer roten Scheibe an der innern Stirnwand nach Art der elektrischen Blocksignale, oder dadurch bewirkt, daſs sich durch eine Hebelübersetzung

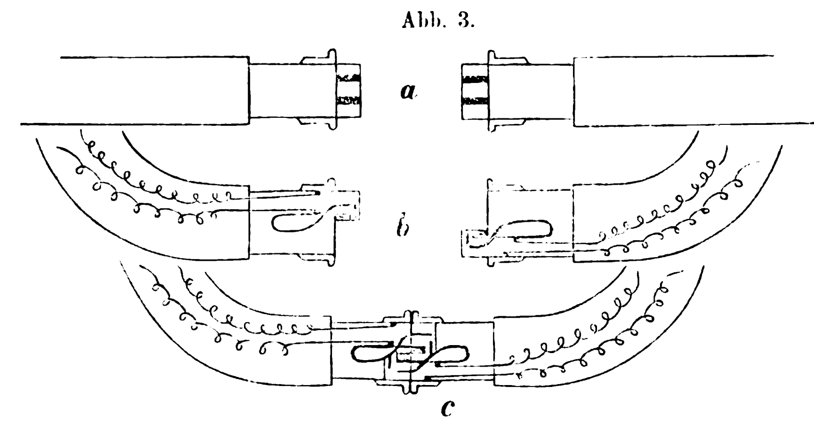
*) Organ Erg.-Bd. XIII, S. 409.

eine rote Scheibe auf dem äufsern Rande einer Stirnseite erhebt (Textabb. 2), sodafs der Wagen, von dem das Signal ausgegangen ist, schon von aufsen erkannt wird.

Alle diese Vorrichtungen zur Betätigung des Notsignales im Innern eines Schnellzugwagens verursachen keine besonderen Schwierigkeiten, auch ihre Instandhaltung ist bei einiger Sorgfalt keine schwierige Aufgabe; deshalb hat auch der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen diesen Teil der Notsignaleinrichtungen nicht in die von einzelnen Eisenbahndirektionen vorzunehmenden Versuche einbezogen. Diese sollen sich nur mit der Verbindung zwischen den Wagen, mit der Kuppelung der elektrischen Leitungen befassen, also demjenigen Teile, der dem Rauche, Russe, Winde und Wetter ausgesetzt ist und bei jeder Zugtrennung auseinander genommen werden mufs. Ob die vom Unterausschusse zur Beratung dieser Angelegenheit geforderte Bedingung, dafs diese Verbindungsleitung innerhalb des Raumes im Faltenbalgdurchgange, also vor den Unbilden des Wetters geschützt, angebracht werden soll, erfüllt werden kann, hängt von den Raumverhältnissen zwischen Türrahmen und Faltenbalgrand ab, zum mindesten ist die Leitung an der Stelle mancherlei Beschädigungen ausgesetzt, welche bei der Handhabung des Faltenbalges drohen.

Die vier in Österreich angewendeten Notsignale unterscheiden sich wesentlich von einander durch die Kuppelung zwischen den Wagen. Vor allem soll die Forderung erfüllt werden, dafs zur Kuppelung und Trennung kein besonderer Handgriff erforderlich ist, und zweitens soll die Kuppelung bei einer Zugtrennung das Notsignal selbsttätig in Wirkung setzen, um der Mannschaft die Trennung des Zuges sofort anzuzeigen. Diese beiden Bedingungen werden nur vom Signale Rayl erfüllt (Textabb. 3).

Abb. 3.



Dieses hat nur eine stromdichte Leitung, als zweite werden Wagenkörper und Schienen verwendet. Von beiden Leitungen führen stromdichte Drähte zu den Stromschliefsern. Der stromdichte Leitungsdraht ist im Rohre der Saugeleitung verlegt, und endigt beiderseits am Ende des Saugeschlauches in einer vom Muffenkörper des Schlauches stromdicht gesonderten Feder. Solange der Saugeschlauch gekuppelt ist, werden diese stromdicht gesonderten Federn von einer in dem Muffenstege stromdicht eingelassenen Metallplatte vom Muffenkörper abgehoben und in gegenseitige Berührung gebracht, sodafs die Leitung ununterbrochen durch alle Wagen geht und von der zweiten Leitung, dem Wagenkörper, stromdicht gesondert ist. Sowie jedoch die Schlauchkuppelung getrennt oder nur etwas gelockert wird, legt sich die Feder auf den Metallkörper der Schlauchmuffe, welche durch ein besonderes Drahtstück mit dem Eisenkörper des Saugerohres verbunden ist, und das Klingelwerk beginnt zu läuten. Textabb. 3 zeigt bei a die Stromschliefser der Schlauchkuppelung im Grundrisse, bei b und c in Ansicht. b stellt die gelöste Kuppelung und den Leitungsdraht auf dem Metallmundstücke liegend dar, c zeigt, wie die Leitungsenden beim Kuppeln von den Mundstücken abgehoben werden, und wie die Leitungsverbindung hergestellt wird.

Diese Einrichtung ist deshalb von besonderm Werte, weil sie schon jede Lockerung in den Schlauchkuppelungen anzeigt, was bei der gewöhnlichen Saugebremse von grofser Wichtigkeit ist, indem der Lokomotivführer sofort darauf aufmerksam wird, dafs seine Bremse schlecht oder gar nicht wirken wird. Ist der Saugeschlauch zur Kuppelung nicht erforderlich, wie am Ende des Zuges, so wird er in die Blindmuffe gesteckt, wobei wieder die stromdicht gesonderte Feder von einem in den Steg der Blindmuffe eingelassenen Hartgummistücke abgehoben wird. Bei diesen Vorgängen ist für die Klingelleitung kein besonderer Handgriff erforderlich, die Kuppelung der elektrischen Leitungen erfolgt selbsttätig mit der des Saugeschlauches. Im Betriebe zeigten sich jedoch derartige Mängel, dafs dieses Signal von mehreren Bahnen bereits verlassen wurde. Vor allem ist der Umstand auf der Strecke oder in Zwischenstationen störend, dafs das Schicksal der Klingelleitung an das des Saugeschlauches gekettet ist, dafs sie also bei Auftreten von Schäden an letzterm ebenfalls erneuert werden mufs, wenn sie auch fehlerlos war. Die Drähte müssen vom alten Schlauche losgelöst und mit dem neuen wieder richtig verbunden werden, wozu nicht allein längere Zeit, sondern auch einige Sachkenntnis gehört, und an beiden fehlt es auf der Strecke, wenn man nicht einen geschulten Arbeiter mitfahren läfst.

Wird der Saugeschlauch in der Endstation am Ende oder nach einer Trennung beim Verschieben in der Mitte des Zuges nicht in die Blindmuffe gesteckt, so läutet das angeschlossen gebliebene Klingelwerk fort, bis die Batterie erschöpft ist, und wenn der Wagen dann in Verkehr gesetzt wird, so versagt das Notsignal. Dafs mehr Störungen entstehen, wenn von zwei Leitungen nur die eine stromdicht ist, unterliegt keinem Zweifel. In den Stationen müssen zweierlei Saugeschläuche in Bereitschaft gehalten werden, weil der gewöhnliche Saugeschlauch für die »Rayl«-Leitung nicht verwendbar ist, ferner darf der »Rayl«-Schlauch nicht mit einem gewöhnlichen gekuppelt werden, weil dabei die stromdicht gesonderte Feder zwar abgehoben wird, aber auf Metall liegen bleibt und dadurch auch mit dem eigenen Muffenkörper in Berührung kommt, wodurch Stromschlufs entsteht. Für solche Fälle mufs ein besonderes Mittelstück bereit sein, das in Form einer zweiseitigen »Rayl«-Muffe das Abheben und Sondern der Feder besorgt. Die Mannschaft hilft sich in solchen Fällen bei Ermangelung dieses Mittelstückes dadurch, dafs sie ein Stück Papier unter die stromdicht gesonderte Feder legt. Dieses Papier wird aber sehr häufig beim Bremsen in die Saugeluftleitung hineingesogen, wodurch der durch die »Rayl«-Leitung ohnehin verringerte Saugquerschnitt noch mehr eingeengt wird.

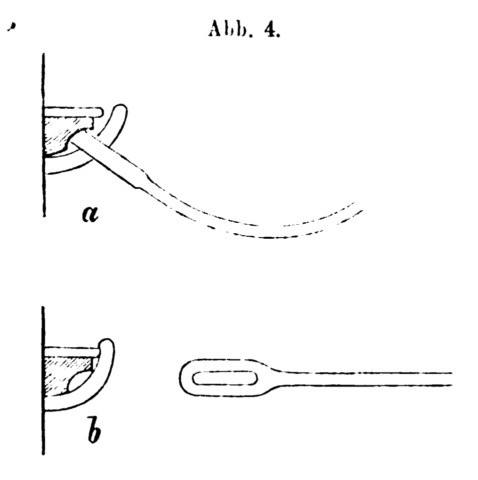


Aufserdem müssen die »Rayl«-Muffen sehr sorgfältig und gleichmäfsig genau gearbeitet sein, weil ein zu langer, oder zu hoher Muffensteg die stromdicht gesonderte Feder zu weit abhebt und an die gegenüber liegende Wand drückt, wodurch abermals Stromschlufs entsteht; dasselbe wäre der Fall, wenn die stromdicht gesonderte Feder nicht genau bemessen oder nicht entsprechend gebogen ist, das einemal wird sie zuviel, das anderemal zu wenig oder garnicht abgehoben. Es kommt sogar vor, dafs das »Rayl«-Signal in der Station beim Erproben vollkommen richtig wirkt, sobald jedoch die »Rayl«-Muffen beim Durchfahren von Krümmungen und Weichen nur im geringsten verschoben sind, entsteht Stromschlufs, und das Notsignal ertönt ohne erkennbare Ursache. Dieselbe Täuschung kann während der Fahrt beim Bremsen eintreten, wenn sich die Schläuche beim Saugen etwas zusammenziehen und hierbei die gegenseitige Lage der Schlauchmuffen eine Änderung erleidet.

Zum Auffinden solcher Fehler gehört grofse Erfahrung und Sachkenntnis.

Das Signal Prudhome (Textabb. 4) hat mit dem »Rayl«-schen den grofsen Nachteil gemein, dafs es den Eisenkörper des Wagens und die Schiene als Rückleitung benutzt, dafs also ebenfalls nur der eine Pol stromdicht gesondert ist, so dafs der geringste Fehler an diesem Pole eine Störung nach sich zieht, was nicht der Fall sein würde, wenn der zweite Pol, wie bei den Signalen Bechtold und Kohn, stromdicht gesondert ist. Textabb. 4 zeigt bei a die Verbindung,

Abb. 4.



bei b den durch Abziehen der Sperröse bewirkten Stromschlufs. Die Ersparnisse an Leitungsdraht verschwinden gegenüber den vielen Störungen infolge dieser Ersparnisse und den hierdurch verursachten Mehrarbeiten, wegen deren ein Wagen oft längere Zeit in der Werkstätte zurückbehalten werden mufs. Die eine stromdichte Leitung läuft im Innern des Wagens längs der Seitenwand, durch eine Deckleiste gegen äufsere Beschädigungen geschützt. Ihre beiden Enden gabeln sich derart, dafs durch die Bufferbohle auf der Seite des runden Buffers ein stärkeres stromdichtes Kabel mit einem Metallbügel herausgeführt ist, welches bis zur Stirnwand des Nachbarwagens reicht. Auf der Seite des flachen Buffers endigt das stromdichte Kabel an einem fingerartigen, von der Bufferbohle gesonderten Metallstücke, das federnd auf einen in den Brustbaum eingeschraubten oder angenieteten Eisendorn drückt. Da nun das fingerartige Metallstück die stromdicht gesonderte, der in die Bufferbohle eingelassene Eisendorn die Körperleitung bildet, so besteht im Ruhezustande Stromschlufs, und das Klingelwerk ertönt. Wird aber der Bügel des von der runden Bufferseite des Nachbarwagens herüberkommenden Kabels in das fingerartige Metallstück eingelegt, wodurch letzteres von dem Eisendorne der Körperleitung abgehoben und stromdicht gesondert wird, so entsteht eine doppelte Verbindung der stromdichten Leitung der benachbarten beiden Wagen, da auf beiden Seiten, hier Kabel und stromdicht gesonderter Finger, dort stromdicht gesonderter Finger und Kabel ineinander greifen (Textabb. 4). Zugtrennungen werden durch diese Verbindungsart gemeldet, weil das Kabel dabei von dem stromdicht gesonderten fingerartigen Metallstücke abgezogen wird, und der Finger sich federnd auf den Eisendorn der Körperleitung legt, sodafs Stromschlufs entsteht; Lockerungen der Saugeschläuche werden jedoch nicht mehr gemeldet, weil das Kabelauge erst vom Finger abgezogen wird, wenn die beiden Nachbarwagen in gröfsere Entfernung voneinander gelangt sind.

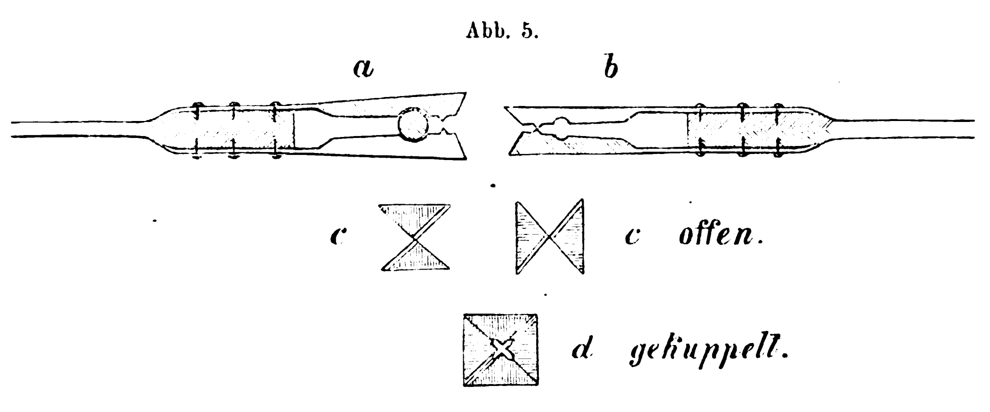
Auch sind zum Einhängen der beiden Bügel in die beiden Finger zwei besondere Handgriffe nötig, die Kuppelung geschieht also nicht mehr selbsttätig, wie beim »Rayl«-Signale. Da diese Bestandteile ferner an der eisernen Bufferbohle an einer Stelle befestigt sind, die schon mit Vorrichtungen anderer Art überladen ist: Zughaken, Schraubenkuppelung und Sicherheitskuppelung, Heizschlauch, Saugeschlauch, in vielen Fällen: zwei Sicherheitsketten, Westinghouse- oder Carpenter-Bremsleitung, Spindelbremse, Gasleitung, so ist eine verläfsliche Absonderung schwer aufrecht zu erhalten; anderseits aber verhindern Witterung, Staub und Rufs, Schnee und Eis oft die leitende Berührung zwischen Bügel und Finger, sowie auch zwischen Finger und Eisendorn, sodafs das Notsignal oft grade im Ernstfalle gänzlich versagt. Am Schlufswagen eines Schnellzuges wird die Trennung des stromdicht gesonderten Fingers vom Dorne der Körperleitung dadurch erzielt, dafs das Kabel von der andern Bufferseite herübergelegt, und der Bügel eingehängt wird. Wo dies versäumt wird, bleibt Stromschlufs, und das Klingelwerk läutet fort, was namentlich in den Endstationen bei der Trennung eines Zuges von Wichtigkeit ist, weil die angeschlossene Batterie erschöpft wird, wie beim »Rayl«-Signale.

Dieser Punkt ist auch beim Signale von Bechtold (Textabb. 5) zu beachten, welches ebenfalls Zugtrennungen selbsttätig anzeigt. Bei diesem Signale sind beide Strompole durch zwei Leitungsdrähte geführt, welche sowohl vom Wagenkörper, als auch von einander stromdicht gesondert sind. Die beiden Leitungsdrähte werden im Innern des Wagens an einer leicht zugänglichen Seitenwand verlegt, und mit einer Deckleiste gegen äufsere Beschädigungen geschützt. Die Drähte dürfen nicht unmittelbar neben einander laufen, weil es sonst leicht vorkommen kann, dafs Nägel oder Schrauben eindringen und Kurzschlufs erzeugt wird, wie es bei Starkstromleitungen so häufig geschieht. Es mufs sogar verhindert werden, dafs ein Fremdkörper auch nur einen Draht berührt, weil Nägel oder Schrauben gewöhnlich mit dem Eisenkörper des Wagens, oder mit dem Seitenbleche

in Berührung stehen und somit Körperschlufs, beim Signale Rayl und Prudhome sogar Kurzschlufs herbeiführen.

Die Enden der beiden Drähte werden bei Bechtold an beiden Stirnseiten in ein zweipoliges Kabel vereinigt, welches ungefähr in der Mitte aus der Stirnwand heraustritt und in einer federnden Klemme endigt. Die beiden Backen der Klemme sind mit je einem Kabelpole verbunden, von einander jedoch soweit stromdicht gesondert, dafs sie sich nur im Ruhezustande am Verbindungspunkte metallisch berühren, und dadurch Stromschlufs herbeiführen; sie sind symmetrisch gebaut und gegen die Mitte verjüngt zugeschnitten, sodafs die beiden Klemmen von Nachbarwagen ineinander geschoben werden können, und durch die Berührung der Metallplättchen einer jeden Backe die Verbindung der Notsignalleitung hergestellt ist. Zur Kuppelung ist also ein Handgriff erforderlich. Hierbei werden nicht allein je zwei Backenseiten mit einander in metallische Berührung gebracht, also die Klingelleitung gekuppelt, sondern es werden auch die zwei Backen einer Klemme, welche sich im Ruhezustande am Verbindungspunkte berühren, von einander abgehoben, wodurch der Stromschlufs unterbrochen wird. Bei Zugtrennung werden die beiden Klemmen von einander gerissen, die beiden federnden Backen bewirken am Verbindungspunkte wieder Stromschlufs, und das Notsignal ertönt. Es ist selbstverständlich, dafs die Berührungsflächen und die Verbindungspunkte der Klemme sorgfältig metallisch rein gehalten werden müssen, weil sich sonst Widerstände ergeben, die vom Batteriestrome nicht überwunden werden, auch fordert die Aufrechterhaltung der gegenseitigen stromdichten Absonderung im zweipoligen Kabel und zwischen den beiden Backen der Klemme viel Sorgfalt und Umsicht. Am Ende des Zuges wird die Trennung der beiden Backen durch Einschieben eines Holzzylinders zwischen die beiden Backen bewirkt (Textabb. 5), der für diesen Zweck an jede Klemme angehängt ist, weil sonst dieselben Folgen eintreten würden, wie beim Rayl-Prudhome-Signale. Geht dieses Holzstückchen verloren, so mufs die Unterbrechung auf andere Art bewirkt werden. Durch die Einschiebung dieses Holzstückchens bei Bechtold, das Einlegen des Bügels bei Prudhome und das beständige Abheben der Stromschlufsfeder bei Rayl wird die federnde Wirkung allmälig aufgehoben, so dafs der Zweck dieser Einrichtung verloren geht, und selbst die Kuppelung versagt, wenn die Federn nicht häufig erneuert werden.

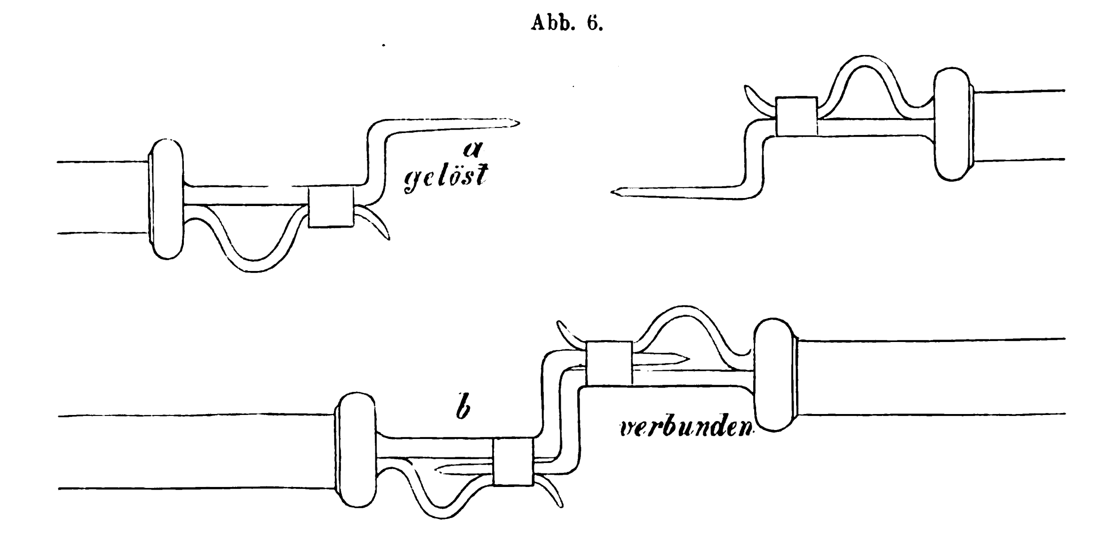
Abb. 5.



Aus diesem Grunde ist beim Signale von Kohn (Textabb. 6) auf die selbsttätige Anzeige von Zugtrennungen verzichtet, zumal ein derartiger Unfall bei der gegenwärtigen Bauart der Zugvorrichtung an Personenzügen nicht zu besorgen ist. Da übrigens in neuerer Zeit bei den österreichischen Schnellzügen fast durchweg die selbsttätige Luftbremse angewendet wird, so zeigt sich jede Zugtrennung sofort am Spannungsmesser und durch die selbsttätige Bremsung selbst an.

Das Signal Kohn ist insofern mit dem von Bechtold verwandt, als ebenfalls beide Strompole durch stromdicht gesonderte Drähte geführt werden. Die Drähte enden aber hier an beiden Stirnseiten in je einem einpoligen Kabel, deren je zwei hoch oben an dem Laufbrette befestigt sind und ungleich lang herabhängen. Die Enden der Kabel sind mit einem bajonettartigen Metallstücke aus Packfong versehen, so dafs die einander gegenüber befindlichen Kabelenden zweier Nachbarwagen in einander gesteckt durch diesen Bajonettverschlufs einen sichern metallischen Schlufs bilden. Dadurch, dafs das Kabel auf der Seite des flachen Buffers länger ist, als das auf der Seite des runden Buffers, wird verhindert, dafs die gegen einander versetzten Kuppelungen der zwei Kabelpaare bei etwa auf-

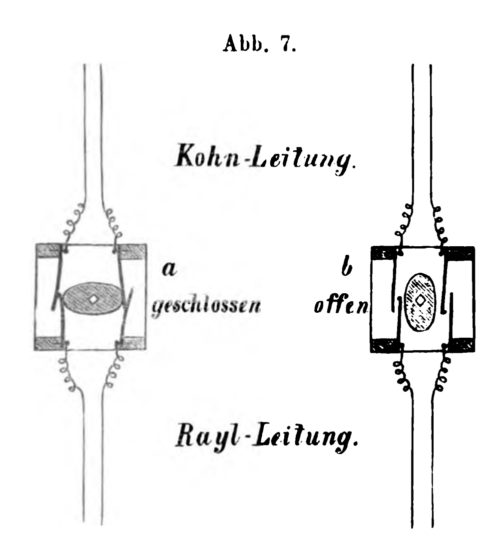
Abb. 6.



tretenden Schwingungen während der Fahrt einander berühren und Stromschlufs bewirken; auch soll hierdurch eine Berührung mit dem Eisenrahmen des Faltenbalges verhindert werden, welcher übrigens zur gröfsern Sicherheit an der gefährdeten Stelle mit Leder belegt ist. Wenn die Metallteile der Kuppelung blank gehalten werden, so wird der Nachteil, dafs zur Kuppelung und Lösung jedesmal das Wagendach bestiegen werden mufs und zwei Handgriffe erforderlich sind, reichlich dadurch aufgewogen, dafs bei dieser Einrichtung verhältnismäfsig sehr wenig Störungen vorkommen. Allerdings kommt es vor, dafs das Lösen der Kabelkuppelungen vorher mit der Hand versäumt wird, wenn ein Zug getrennt werden soll, und dafs die Kabel dann gewaltsam auseinander gerissen werden, wie bei einer unbeabsichtigten Zugtrennung; diese für die Kabel nicht vorteilhafte Nachlässigkeit ist jedoch auch bei den anderen Signalen nicht ausgeschlossen, bei denen die Bedienung bequemer ist.

Seit der Verbindung der beiden Signale Kohn und Rayl bei der österreichischen Südbahn werden in den mit beiden Signalen ausgestatteten Schnellzugwagen sowohl von der Kohn-Leitung unter dem Wagendache, als auch von der Rayl-Leitung im Saugerohre je zwei Drähte für die beiden Strompole zu einem in der Nähe des Bremsersitzes befindlichen Umschaltkästchen (Textabb. 7) geführt, sodafs je ein Drahtende mit

Abb. 7.



einer Feder von unten und von oben neben einander zu stehen kommen, ohne sich zu berühren. Soll nun die Rayl-Leitung dazu geschaltet werden, so wird ein zwischen den beiden Federpaaren mittels eines Dornes drehbares, nicht leitendes elliptisches Sperrstück so gedreht, dafs es die beiden Federpaare in Berührung bringt. Um die Rayl-Leitung wieder abzuschalten, wird das Sperrstück wieder auf die Schmalseite gedreht. An jedem Wagen mufs die Körperleitung des Rayl-Signales stets mit derselben Seite, jetzt mit der Längsgangseite des Kohn-Signales verbunden bleiben, weil sonst beide Leitungsdrähte des letztern mit der Körperleitung des Rayl-Signales in Berührung kommen und dadurch Stromschlufs bewirken würden. Zu diesem Zwecke sind die beiden Kabelenden, welche mit der Längsgangleitung des Kohn-Signales verbunden sind, mit je einer Holzkugel gekennzeichnet, sodafs man die zusammengehörenden Kabelenden auch, wenn der Wagen verkehrt im Zuge steht, von aufsen erkennen und nötigen Falles kreuzweise verbinden kann.*)

Aus den Bedingungen, welche der vom Ausschusse für technische Angelegenheiten eingesetzte Unterausschufs des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen für die Einrichtung einer Kuppelung der elektrischen Klingelleitung zwischen zwei Wagen aufgestellt hat, geht vor allem der Wunsch hervor, bei dieser Kuppelung den Beschädigungen, welche Witterung, Rauch und Rufs zur Folge haben, dadurch auszuweichen, dafs die Verbindungskabel im innern Raume des Faltenbalges angebracht werden, was zweifellos namentlich im Winter günstig ist. Der Raum, welcher hierfür in erster Linie in Betracht kommt, wäre die Fläche zwischen Türrahmen und Faltenbalgrand. Diese Fläche ist bei den verschiedenen Wagen sehr verschieden, bei den einen ist für diesen Zweck hinreichend, bei anderen kaum 100 mm Platz, sodafs ein hier angebrachtes Kabel durch die fortwährenden äufseren Angriffe in kurzer Zeit beschädigt werden würde.

Um also die Kuppelung für alle Fälle sicher in diesem Raume unterbringen zu können, müfsten widerstandsfähigere Kabel gewählt werden. Die Erfahrungen, welche man bei dem grofsen Durchgangsverkehre des Vereines an den D-Zügen mit den bisher verwendeten kurzen zweiteiligen Kabeln gemacht hat, die nur im Bedarfsfalle an die Wagenleitung angeschlossen, sonst aber im Innern des Wagens aufbewahrt wurden und daher oft in Verlust gerieten, bewogen die Mehrheit des Unterausschusses, sich für die Einführung fester Kabel mit muffenartiger Verbindung auszusprechen, welche nicht, wie das bisherige Kabel in der Mitte oberhalb der Tür, sondern seitlich im Faltenbalgraume zwischen Türrahmen und Faltenbalgrand angebracht werden sollen, und zwar auf der Seite des runden Buffers ein längeres Kabel, auf der Seite des flachen Buffers eine dazu passende Steckdose mit federnder Abschlufsklappe, sodafs von jeder Stirnwand ein Kabel in die gegenüber befindliche Steckdose des Nachbarwagens mittels eines entsprechenden Metalldornes hineingesteckt werden kann, um die Kuppelung der Leitungen zu bewerkstelligen. Das nicht benutzte Kabel soll an der Stirnwand herabhängen, in einer unten in entsprechender Entfernung zwischen Tür und Faltenbalgrahmen angebrachten stromdichten Blindmuffe befestigt und vor Beschädigungen geschützt werden. Bis hierher würde die neue Anordnung in den Grundlagen dem Kohn-Signale der österreichischen Südbahn ähnlich sein, wenn die beiden Kabel einpolig wären. Aus den beigegebenen Zeichnungen und aus dem ausgesprochenen Wunsche, dafs auch die Kuppelung mit solchen Wagen, die noch die zweipolige Steckdose in der Mitte oberhalb der Tür tragen, ohne Schwierigkeit möglich sein solle, geht aber hervor, dafs jedes Kabel ebenfalls zweipolig sein soll, sodafs nur eine einmalige Kuppelung nötig, und das zweite Kabel nur für den Fall des Versagens des ersten vorhanden

*) Während der Drucklegung dieses Aufsatzes hat die österreichische Südbahn im Einvernehmen mit den österreichischen Staatsbahnen beschlossen, bei ihren Schnellzugwagen das Rayl-Signal zu beseitigen und nur das Kohn-Signal aufrecht zu erhalten; daher werden auch diese Umschaltkästchen und die Holzkugeln allmälig wieder verschwinden.



sein soll. Ein zweipoliges Kabel wird früher unbrauchbar, als ein sonst gleichartiges einpoliges, weil die stromdichte Sonderung der beiden Pole schwieriger ist; ebenso verhält es sich mit der zweipoligen Steckdose. Vor allem aber ist bei der Gabelung der beiden Leitungen darauf zu achten, dafs die Drähte nicht gekreuzt werden, weil sonst Stromschlufs entstände, wenn zufälligerweise einmal beide Kabel gleichzeitig in ihre Steckdosen eingesteckt würden; dann entstände derselbe Fehler, wie bei der Vereinigung der Signale von Kohn und Rayl, wenn eine falsche Verbindung erfolgt. Derselbe Fehler würde auch bei richtiger Gabelung der Drähte eintreten, wenn die zweipoligen Steckanschlüsse einen Polwechsel zulassen, sodafs etwa die linke Drahtleitung eines zweipoligen Kabels das eine Mal mit der linken, das andere Mal mit der rechten Drahtleitung des Nachbarwagens verbunden würde; wenn dann beide Kabel in ihre Steckdosen eingeschaltet werden, so entsteht Stromschlufs. Soviel man aus der Zeichnung entnehmen kann, läfst der jetzige zweipolige Steckanschlufs in der Mitte oberhalb der Tür einen Polwechsel zu, was bei dem Vorhandensein von nur einer zweipoligen Kabelverbindung zulässig ist. Sobald aber zwei Kabel mit zweipoliger Leitung eingeschaltet werden können, darf in den Steckanschlüssen kein Polwechsel stattfinden; daher mufsten bei der neuen Schaltung anders ausgebildete Steckanschlüsse verwendet werden, wobei dann der Wunsch, dafs auch die Kuppelung mit solchen Wagen, die noch die zweipolige Steckdose in der Mitte oberhalb der Tür tragen, ohne Schwierigkeit möglich sein soll, nicht erfüllt werden könnte.

Allen diesen Störungen würde gründlich vorgebeugt, wenn die zweipoligen Kabel aufgegeben, und nur einpolige mit einpoligen Steckanschlüssen verwendet würden, sodafs beispielsweise die linke Drahtleitung nur mit dem Kabel auf der Seite des runden, die rechte nur mit der Steckdose auf der Seite des flachen Buffers an der einen Stirnseite verbunden würde: ob dann auf der andern Stirnseite eine sinngemäfse Verbindung ohne oder mit Kreuzung stattfindet, ist ohne Bedeutung, weil nur ein Paar von Drähten vorhanden ist. Störungen sind dann ausgeschlossen, man hätte ein Signal, bei welchem auch die Kuppelung im Faltenbalgraume ohne Schwierigkeit selbst während der Fahrt vorgenommen werden könnte, und bei welchem die beiden einpoligen Kabel, namentlich aber die nicht benutzten Kabelenden in der stromdichten Blindmuffe vor Beschädigung und Verunreinigung der Berührungsflächen geschützt wären; auch die Steckdose könnte durch einen federnden Deckel vor Verunreinigung bewahrt werden.

Etwaige Kuppelung mit Wagen mit der alten zweipoligen Steckdose in der Mitte oberhalb der Tür müfste bis zur Zeit der allgemeinen Einführung der neuen Kuppelung durch ein bereit gehaltenes Verbindungstück vermittelt werden, welches auf der einen Seite einen zweipoligen Steckdorn für die alte zweipolige Steckdose, auf der andern Seite eine einpolige Steckdose für das neue einpolige Kabel des Nachbarwagens und ein einpoliges Kabel für die neue, gegenüber befindliche, einpolige Steckdose des neuen Signales enthalten müfste. Ähnliche Vermittelungstücke, wie sie hier nur für die Zeit des Überganges nötig wären, müssen bei den österreichischen Eisenbahnen mit den vier verschiedenen Kuppelungsarten stets bereit gehalten werden, weil Wagenübergänge von einer Bahn zur andern häufig vorkommen. Solche Wagen aber, welche für den Verkehr auf mehreren Bahnen bestimmt sind, etwa die Wagen der internationalen Schlafwagengesellschaft oder Saalwagen reicher Reisender sind beim Baue gleich mit allen Signalen der Bahnen auszustatten, auf denen die Wagen verkehren sollen.

Nachruf.

Francis William Webb †.

(Engineer 1906, Juni, S. 579 und Engineering 1906, Juni, S. 764.)

F. W. Webb, dessen Name stets mit der englischen London und Nord-West-Bahn verbunden bleiben wird, und der viele Jahre lang eine der ersten Stellen im Lokomotivbaue in der Welt einnahm, ist am 4. Juni 1906 in Bournemouth gestorben. Vor ungefähr vier Jahren nahm Webb Krankheits halber Abschied von der Nord-West-Bahn, der er mit einer kurzen Unterbrechung über ein halbes Jahrhundert angehörte.

Er wurde als Sohn eines Geistlichen im Jahre 1835 in Staffordshire geboren. 1851 trat er bei F. Trevithick, dem ersten Leiter des Lokomotivdienstes der London und Nord-West-Bahn, in den Werken von Crewe in die Lehre. Nach Beendigung seiner Lehrzeit im Jahre 1856 wurde er als Trevithick's Gehülfe angestellt. Im Februar 1859 wurde er Erster Zeichner in Crewe und von September 1861 bis Juli 1866 war er Erster Gehülfe bei Ramsbottom und in Wirklichkeit Leiter der Werke in Crewe. Aufser der Herstellung der Lokomotiven überwachte er in dieser Stellung den Bau des dortigen Bessemer-Stahlwerkes, die Wasserwerke zwischen Whitmore und Crewe, mehrere Gaswerke und andere Anlagen. Im Jahre 1866 verliefs er die London und Nord-West-Bahn und wurde Teilhaber und Leiter der Eisen- und Stahlwerke in Bolton. Bei Ramsbottom's Abgange im Jahre 1871 kehrte Webb nach Crewe zurück und wurde Erster Maschinen-Ingenieur. In dieser Stellung hatte er die Aufsicht über 13000 Beamte. 31 Jahre hatte er die Leitung des Maschinenwesens der Bahn und entwarf nicht nur rund 4000 Lokomotiven, sondern erfand auch eine ganze Reihe von im Eisenbahndienste angewandten Einrichtungen und Werken.

Unter seinem Vorgänger Ramsbottom war in Crewe in der Bearbeitung von Eisen und Stahl viel erreicht worden, sein Stahlhammer und seine Walzwerke sind noch vorhanden. Webb vervollkommnete das Verfahren weiter und stellte eine vollständige Bessemer-Birnenanlage her. Er verwandte eine sehr sinnreiche Einrichtung für das Giefsen von Rädern. Die Formen werden auf Platten gestellt, welche schnell um eine senkrechte Achse gedreht werden. Der Stahl wird in der Mitte eingegossen und durch die Fliehkraft nach aufsen getrieben. Eiserne Schwellen und verschiedene Erfindungen am

Oberbau, an Signalen, Weichen-Stellvorrichtungen, Kesseln, Feuerbüchsen, Blasrohren, Kurbelstangen, Zylindern, Achsbüchsen, Bremsen, Kränen sind die Gegenstände seiner Patente. Die Eisenbahn-Ingenieure kennen Webb als einen unermüdlichen Verteidiger der Verbundlokomotive.

Bald nachdem er die Überwachung der Entwürfe für die Lokomotiven der Nord-West-Bahn übernommen hatte, nahm er eine alte Trevithick-Lokomotive mit Aufsenzylindern, verminderte mittels eines Futters den Durchmesser eines ihrer Zylinder von 381 mm auf 229 mm und prüfte ihr Verhalten als Verbundlokomotive der Mallet-Bauart. Die Ergebnisse waren so günstig, dafs er im Jahre 1881 die »Experiment« baute, die erste Lokomotive seiner berühmten Dreizylinder-Verbund-Bauart, sie hatte eine Laufachse und zwei Triebachsen. Zwei aufsen liegende Hochdruck-Zylinder mit Joy-Steuerung trieben die hintere Triebachse. Die vordere hatte nur eine Triebstange und wurde von einem grofsen, unter der Rauchkammer liegenden Niederdruck-Zylinder getrieben. So wurde ohne Kuppelstangen Antrieb beider Achsen erreicht. Die Ausströmungsrohre des Hochdruck-Zylinders waren in der Rauchkammer gewunden und bildeten einen kleinen Verbinder. Eine besondere Anfahrvorrichtung war nicht vorhanden. Die Lokomotive wurde durch die Aufsenzylinder, welche für den Schieber des Innenzylinders Dampf lieferten, angetrieben, die Pressungen glichen sich selbst aus. Die grofsen Mängel dieser Lokomotiven waren erstens, dafs sie wegen des grofsen Rückdruck-Widerstandes im Innenzylinder, der bei den gröfseren Lokomotiven 762 mm Durchmesser hatte, nicht schnell bergab laufen konnten, ferner waren sie schlechte Anfahrmaschinen.

Die beiden kleinen Aufsenzylinder konnten einen schweren Zug nicht in Gang bringen, aber sie konnten die Räder der einen Triebachse schleudern lassen und so in den Schieber des Niederdruck-Zylinders Dampf schicken. Beim Anfahren kam es oft vor, dafs die Räder der hintern Triebachse schleuderten bis der Rückdruck im Verbinder zu grofs wurde, worauf die Räder anzogen, weil der Niederdruck-Zylinder nun mitwirkte. In allen Fällen begann die Fahrt mit einer mehr oder weniger heftig wogenden Bewegung des Zuges, welche durch den Kolben des Niederdruck-Zylinders hervorgebracht wurde. Bei den zuerst gebauten Lokomotiven war der Innenzylinder mit einer Umsteuerung von Stephenson ausgestattet, bei den späteren wurde sie durch eine zweimittige Scheibe ersetzt, die lose auf der Triebstangenwelle safs und durch Federn genau so angetrieben wurde, wie die Steuerungen der alten Ruderrad-Maschinen. Bis 1893 verwandte Webb die Dreizylinder-Verbundlokomotive für den Personenverkehr. In diesem Jahre entwarf er eine Dreizylinder-Verbundlokomotive mit vier gekuppelten Achsen für den Güterverkehr. Im Jahre 1897 gab er diese Bauart auf und führte eine sehr bewährte Vierzylinder-Verbundlokomotive ein, die von Whale durch Anbringung getrennter Absperrschrauben für die Hochdruck- und Niederdruck-Zylinder weiter verbessert ist. Im Jahre 1901 stellte Webb eine vergröfserte Vierzylinder-Verbundmaschine mit aufsen liegenden Hochdruckzylindern ein, bei der alle Zylinder auf die vordere der beiden gekuppelten Achsen wirken.

Von seinen kleineren Erfindungen sei ein flacher kreisrunder Schieber erwähnt. Die Öffnungen waren den Schneiden des Schiebers angepafst, sichelförmig gestaltet. Der Mittelpunkt des Schiebers lag nicht auf der Achse der Schieberstange, so dafs der Schieber sich im Schieberrahmen drehte und so eine gleichmäfsige Abnutzung bewirkte.

Webb war ein beharrlicher Verteidiger des Flufseisens für die Kessel. Im Jahre 1873 begann er flufseiserne Kessel zu bauen. Seine kleinen Kohlenmaschinen mit drei gekuppelten Achsen waren mustergiltig wegen ihrer Einfachheit. Er war der erste, welcher die kleinen Köpfe der Kuppelstangen widerstandsfähig machte. Sie waren mit gehärteten Hülsen versehen, welche, wenn sie locker wurden, durch neue ersetzt wurden. An Stelle der Lagerfutter setzte er gufseiserne unrunde Ringe, die er nach dem Losewerden auswechselte. Auf diese und manche andere Weise suchte er bei Ausbesserungen Ersparnisse zu erzielen, was er bei den damaligen kleinen Lokomotiven auch meist erreichte.

Neben seiner angestrengten fachlichen Tätigkeit übernahm Webb auch Stellen in der Selbstverwaltung von Cheshire, zwei Jahre lang war er Mayor von Crewe, ebenda Vorsitzender der Vereinigung der Maschinenbauer. Zur Errichtung des grofsen Krankenhauses der Stadt spendete er 100000 M.

Webb war Mitglied der Institution of Civil Engineers, deren Vicepräsidentschaft er zur Zeit seiner Erkrankung führte. Er safs im Rate des Iron and Steel Institute und war lebenslängliches Mitglied der Société des Ingénieurs Civils.

Webb war unverheiratet, und besafs die Härte des Wesens, die man bei Männern seiner Tatkraft und grofsen Willenstärke häufig findet. So leitete er auch alle ihm unterstellten Betriebe bis in die Einzelheiten selbst, andere zu beauftragen, lag ihm fern. So war er ein äufserst gewissenhafter und erfolgreicher Arbeiter und ein höchst geschätztes Mitglied seiner Gesellschaft, wegen der Sicherheit seiner Führung auch ein geachteter Vorgesetzter, dem jeder mit Überzeugung folgte. Wirkliche Freundschaften zu schliefsen, war sein Wesen nicht geeignet, und so ist er als erfolgreicher aber einsamer Mann durchs Leben gegangen.

Wir verlieren an ihm einen der hervorragendsten Eisenbahn-Maschinen-Ingenieure, dessen Leistungen in ihrer Nachwirkung noch lange ein ehrendes Angedenken weitester Fachkreise wachhalten werden.

B—s.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

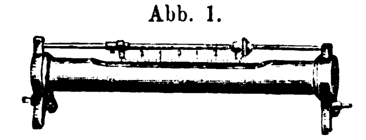
Vorarbeiten.

Neue Libelle von Reifs-Zwicky.*)

(Zeitschrift für Instrumentenkunde 1906, Januar.)

Professor F. Zwicky am Technikum in Winterthur hat eine neue von der mechanischen Werkstatt von R. Reifs in Liebenwerda ausgeführte Anordnung der Berichtigung der Röhrenlibellen erfunden.

Abb. 1.



Bei dieser Anordnung (Textabb. 1) ist die Libellenteilung vom Libellenrohre getrennt, nämlich in Form eines dünnen, senkrecht stehenden Metallplättchens an einem besondern dünnen Stege über dem Ausschleifungsbogen des Libellenglases angebracht, und zwar an diesem Stege durch eine Schraube wagerecht verschiebbar, so dafs ein beliebiger Punkt des Ausschleifungsbogens der Libelle zum Spielpunkte gemacht werden kann. Die früheren Berichtigungsvorrichtungen stellten den Winkel Null zwischen Libellenachse und Benutzungslinie der Libelle durch Verschiebnng der ganzen Libelle in ihrer Fassung her; die neue Einrichtung dagegen durch Aufsuchung des Punktes des Libellenschliffes, in dem die Berührende gleichlaufend zur Benutzungslinie ist, und Verlegung des Hauptpunktes der Libellenteilung dorthin. B—s.

*) D. R. P.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Schaltungen elektrischer Stellwerke nach den Bauarten Siemens und Halske und Jüdel.

(Bearbeitet nach dem Vortrage des Regierungs- und Baurates Kroeber im Vereine der Bahnmeister des Bezirkes Halle und im Ingenieur- und Architekten-Vereine Leipzig". Eisenbahntechnische Zeitschrift, XI. Jahrgang Nr. 8 bis 10.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 18 auf Tafel XXXI.

Die beiden Hauptwerke für den Bau elektrischer Stellwerke sind übereingekommen, Einzelteile nach gleichen Mustern zu verwenden, so dafs ein hoher Grad der Vollkommenheit erzielt ist. Zum Betriebe ihrer Anlagen verwenden sie Gleichstrom verschiedener Spannungen, und zwar von 120 bis 130 Volt für Weichen- und Signal-Triebmaschinen, und 25 bis 30 Volt für die Prüfstromkreise, für Signalrückmelde- und Freigabe-Ströme. Der Strom wird zur Erzielung grofser Unabhängigkeit von Speichern geliefert, die abwechselnd geladen werden und Strom abgeben.

Der Verbrauch an elektrischer Arbeit für die Stellwerke ist sehr gering; beispielsweise beträgt der Aufwand für das von Siemens und Halske in Antwerpen errichtete Stellwerk, das 35 Weichen-, 17 Signal- und 33 doppelte Fahrstrafsen-Hebel enthält, nur 15,3 K.W.St., was einem Verbrauche von 12 sechszehnkerzigen Glühlampen entspricht. Die auf den Bahnhöfen Düsseldorf und Bromberg von Jüdel getroffene Einrichtung ist folgende.

Vier Stromspeicher I bis IV (Abb. 1, Taf. XXXI) werden in genau wechselnder Folge ent- und geladen. Jeder dieser Speicher besteht aus 3 Gruppen von je 15 Zellen mit 2 Volt Spannung, bei gröfseren Entfernungen der Weichen und Signale wird die Zellenanzahl erhöht.

Die Abb. 2 und 3, Taf. XXXI zeigen diese, und zwar den Speicher I auf 30 Volt Entladung, den Speicher II auf 120 Volt Entladung, und Speicher III und IV auf Ladung geschaltet.

Je drei Gruppen von 15 Zellen werden durch die obere Stellung der vier Umschalter U_I bis $_{IV}$ mit ihren —Polen am Ende und mit den dazu gehörigen + Polen neben die 30 Volt-Leitung geschaltet, während die untere Stellung dieser Schalter die 45 Zellen hinter einander mit der 30 Volt-Leitung und der 120 Volt-Leitung verbindet, vorausgesetzt, dafs der Ladeschalter LU dabei wie in Abb. 1, Taf. XXXI bei Speicher I nach oben gelegt ist. Sollen die Speicher aufgeladen werden, so müssen die Schalter U und AL in die untere Stellung gebracht werden, so dafs die Speicher, wie Speicher III und IV der Abb. 1, Taf. XXXI hinter einander zwischen der +- und —Leitung L liegen. Diese 90 Zellen werden dann mit einer Spannung von $\frac{210}{90} = 2{,}33$ Volt geladen. Um die Zellen in Zeiträumen von vier Wochen auch auf 2,7 Volt aufladen zu können, sind die Aufladeschalter AL vorgesehen, die in ihrer obern Stellung statt der üblichen 90 nur 45 Zellen hinter einander aufzuladen gestatten.

Die vom Ampèremesser LA angezeigte Ladestromstärke wird durch einen Hauptstromregler auf 14 Amp. gehalten, wobei der selbsttätige Ausschalter die Stromzufuhr beim Sinken der Stromstärke auf 3 Amp. unterbricht. Ein Spannungsmesser gestattet mittels Stöpselschalters, in allen drei Leitungen die herrschende Spannung zu ermitteln, während der Schalter STE die Stellwerksleitungen je nach Wunsch mit der 80-, 120- oder E-Leitung verbindet.

Der Grundgedanke elektrisch betriebener Stellwerksanlagen entspricht dem der mechanischen, nur ist die Betriebsicherheit diesen gegenüber dadurch erhöht, dafs der Fahrdienstleiter jeden Augenblick in der Lage ist, durch eine an beliebiger Stelle angebrachte Nottaste ohne Zeitverlust die auf »Fahrt« gezogenen Signale wieder auf »Halt« fallen zu lassen, ohne hierbei erst auf die Mitwirkung des Stellwerkswärters angewiesen zu sein. Aufserdem erhalten der Fahrdienstleiter und der Stellwerkswärter durch sichtbare Zeichen der Signalrückmelder Aufklärung über die jeweilige Stellung der Signale.

Die Ausrüstung einer derartigen Station nebst dazu gehörigem Stellwerke zeigt Abb. 4, Taf. XXXI. Der Anzahl der auf der Station vorhandenen Fahrtenwähler, die im Gegen-

satze zu den Auftrag- oder Block-Knebeln nach beiden Seiten umlegbar sind, falls zwei verschiedene Fahrten an einen derartigen Hebel angeschlossen sind, entspricht die Anzahl der Fahrstrafsenschalter des Stellwerkes (Abb. 4, Taf. XXXI). Für jede Gruppe sich gegenseitig ausschliefsender Fahrstrafsen bedarf es im Stationsfreigabewerke nur eines Auftrag- und im Stellwerke nur eines Signal-Knebels. Soll nämlich die Fahrt F_3 stattfinden, so wird nach Linkslegung des Fahrtenwählers ein Stromschlufs f_3 (Abb. 5, Taf. XXXI) nach dem Stellwerke herbeigeführt, sofern er durch Umlegung des Auftraghebels $F_{1,2,3}$ eingeleitet war; f_1 und f_2 werden dabei nicht geschlossen. Um diese zu schliefsen, müfste der Fahrtenwähler $f_{1,2}$ erst in die entsprechende Lage umgelegt werden.

In den Stellwerken befinden sich nur die Fahrstrafsen-, Weichen- und Signal-Knebel, dagegen sind die Antriebmaschinen selbst neben den betreffenden Weichen und Signalmasten frei aufgestellt und mit diesen durch Gelenke gekuppelt, wobei derselbe Antrieb je nach Bedarf zur Weichen- oder Signal-Stellung Verwendung finden kann. Eine Antriebmaschine genügt daher als Aushülfe sowohl für die Weiche, als auch für das Signal. Um Gestängebrüche bei plötzlichen Störungen, wie Aufschneiden der Weichen, plötzlicher Umkehrung der Drehrichtung wegen nötig werdenden Zurücklegens des fraglichen Stellknebels zu vermeiden, sind Reibungskuppelungen hinter den Antrieben eingeschaltet.

Die elektrische Schaltung eines Weichenantriebes mit der Stromquelle ist in Abb. 6, Taf. XXXI wiedergegeben. Man ersieht daraus, dafs der 120 Volt-Speicher in den Endstellungen des Weichenknebels vom Antriebe abgeschaltet ist. Dagegen ist durch den 25 Volt-Speicher der sogenannte Prüfstromkreis über K_3 Au_1 V K_2 L_2 K_6 L_3 CM_1 geschlossen, wobei, falls die nicht mitgezeichneten Stromschliefser an Zungen- und Backen-Schienen der fraglichen Weiche geschlossen sind, der Anker des Prüfstrommagneten angezogen, und dadurch die zu den zugehörigen Signalen führenden Kuppelstromkreise Ku geschlossen werden. Hierbei erscheint in dem Fensterchen F_1 ein weifses Feld. Wird nun dieser Prüfstromkreis durch irgend eine äufsere Störung, sei es durch Öffnung der Stromschliefser an den Weichenzungen bei Aufschneidung der Weiche, oder durch andere Ursachen, plötzlich unterbrochen, so fällt der Anker von dem nun stromlos gewordenen Magneten ab, unterbricht dadurch die Kuppelstromkreise der zugehörigen Signale, so dafs diese nicht gezogen werden können, oder wieder in die »Halt«-Stellung zurückfallen und läfst hinter Fensterchen F_1 ein schwarzes Feld erscheinen.

Gleichzeitig wird die Aufmerksamkeit des Stellwerkswärters durch Ertönen eines Weckers erregt.

Wird nun der Blockknebel der Weiche umgelegt, so wird durch den rollentragenden Ansatz dieses Knebels der Schalter Au_1 von K_3 auf K_4 gedrückt, dadurch der Prüfstromkreis unterbrochen und ein Schlufs des Antriebstromkreises von dem 120 Volt-Speicher über K_4 Au_1 V K_1 L_1 U_1 K_5, Maschinenwickelung S_1, Anker A, Bürsten B_1 B_2, Leitung E zurück zum Speicher hergestellt, sodafs der Antrieb die Weiche umlegt. Mit dem Weichengestänge gleichzeitig bewegt sich der Schalter U_2 von K_6 nach K_7, um eine etwa nötig werdende Rückwärtsbewegung der Weiche vor eingenommener Endlage durch diese Umkehrung der Stromrichtung im Anker der Antriebmaschine zu ermöglichen. Kurz vor Erreichung der Zungenendlage wird auch der Schalter U_1 zwangläufig von K_5 nach K_6 hinüber geschoben, wodurch der Antrieb von der Stromquelle abgeschaltet und der Prüfstromkreis jetzt durch den 120-Voltspeicher wieder geschlossen wird. Nun zieht CM_1 wieder den Anker an, die Kuppelstromkreise sind wieder geschlossen, so dafs etwaige Signalbewegungen vorgenommen werden können, und Au_1 wandert wieder von K_3 nach K_4. Durch letztere Bewegung schaltet sich der 120-Voltspeicher aus, an dessen Stelle aber nun der 25-Voltspeicher tritt. Man hat daher Au_1 den »Sparschalter« genannt. Die Ruhelage ist nun wieder hergestellt. Die Durchführung dieser Schaltungen zeigt Abb. 7, Taf. XXXI.

Sollen zwei oder mehrere Weichen durch einen Blockknebel gleichzeitig verstellt werden, so durchläuft der Speicherstrom in der eben geschilderten Weise hinter einander die Antriebe der beiden Weichen. Auch hierbei ist in den Ruhe-Endlagen ein Prüfstromkreis zur Sicherheit des Betriebes geschlossen. Der bei Bedienung der Weiche aus L_1 (Abb. 8, Taf. XXXI) kommende Strom geht über U_1 durch die Antriebmaschine zur Erde zurück, wobei sich nach obigem U_2, dann nach eingetretenem Anliegen der Weichenzungen U_1 zwangläufig umschaltet, was ein Anlaufen der zweiten Triebmaschine zur Folge hat. Nach erfolgter Umlegung der zweiten Weiche wird entsprechend U_4, dann U_3 umgeschaltet. Hierdurch wird der Prüfstromkreis über L_3 geschlossen; der Magnet CM_1 legt den »Sparschalter« um, der den 120-Voltspeicher aus- und den 25-Voltspeicher einschaltet. Die Fensterchen zeigen weifse Felder. Wird der Prüfstromkreis durch Aufschneiden einer Weiche unterbrochen, so öffnet der vom stromlos gewordenen Magneten CM_1 abgefallene Anker einen Stromschliefser der betreffenden Weiche, beispielsweise W_1, so dafs mit Hülfe des eingebauten Weckerelektromagneten (Abb. 9, Taf. XXXI) ein Wecker ertönt, der den Wärter aufmerksam macht.

Soll aus irgend welchen Gründen eine Weiche für den Fall nicht umgelegt werden können, dafs irgend ein dahinter liegendes Gleisstück mit Fahrzeugen besetzt ist, so wird dieses durch Einbauen einer ausgesonderten Schiene an beliebiger Stelle des fraglichen Gleisstückes erzielt. Ihre Wirkungsweise ist ohne weiteres aus Abb. 10, Taf. XXXI verständlich.

Die Schaltung der Signalantriebe ist nach Abb. 11, Taf. XXXI der der Weichenantriebe ähnlich und nach dem Vorhergehenden verständlich. Nur ist eine nicht mit abgebildete elektrische Kuppelung zwischen Antrieb- und Signal-Zugstange eingebaut, die den Signalantrieb bei nicht geschlossenem Kuppelstromkreise leer laufen läfst, sodafs der Arm in seiner »Halt«-Stellung bleibt. Aufserdem ist die in Abb. 11, Taf. XXXI gestrichelte Knebelsperre angeordnet, die das Umlegen des Signalknebels nur bei erregtem Kuppelstrommagneten KnM_1, also bei weifsem Fensterchen F_2 erlaubt, während sie im andern Falle bei rotem Fensterchen den Knebel unter Verschlufs hält.

Die ausgeführte Schaltung einer derartigen Stationsblockung zeigt Abb. 12, Taf. XXXI.

In diesem Beispiele ist angenommen, dafs der Auftragknebel nur eine Fahrstrafse freigibt, sonst treten an die Stelle der einen Leitung L_3 so viele, wie Fahrstrafsen von dem Blockknebel freigegeben werden. CM_2 ist wieder der Prüfstrommagnet. SpM bedeutet einen durch Umlegen des Fahrstrafsenhebels stromlos werdenden Sperrmagneten, der ein erneutes Umlegen des Blockknebels erst nach Zurücklegung des Fahrstrafsenknebels im Stellwerke ermöglicht, wodurch L_6 wieder Strom erhält. Fenster F_5 zeigt weifses Feld bei freiem, grünes bei gesperrtem Blockknebel. KuM_2 ist der Kuppelstrommagnet, der erregt weifses, stromlos rotes Feld zeigt. RM_2 ist ein Signalflügel-Rückmelder und AR_2 dessen Magnetanker, der vor dem roten oder weifsen Felde je nach der Signalstellung einen roten oder weifsen Querbalken erscheinen läfst (Abb. 13 bis 15, Taf. XXXI). WF ist eine Widerruftaste und WS eine Nottaste, mittels deren das Signal in Notfällen wieder auf »Halt« gebracht werden kann.

Im Fahrstrafsenfelde ist der Sperrmagnet FM für den Fahrstrafsenhebel angeordnet, dessen Anker AS_2 eine grüne oder weifse Scheibe, oder bei doppelter Bewegungsmöglichkeit des Knebels farbige Halbscheiben (Abb. 16, Taf. XXXI) erscheinen läfst, je nachdem der Hebel gesperrt oder freigegeben ist.

Die Freigabe der Fahrstrafse spielt sich folgendermafsen ab (Abb. 12, Taf. XXXI):

1. Auftragknebel nach links, dadurch Schieber BS nach unten, Stromschliefser K_5 und K_6 geschlossen. Daher wird:
   a) der Freigabestrom eingeleitet; dieser fliefst von B_1 über K_6, Au_2, K_3, L_3, K_8, FM, Klingel KL, Erde nach B_1 und zieht AS_2 an. F_3 wird weifs, Klingel KL ertönt, der Fahrstrafsenknebel wird stellbar;
   b) der Sperrstrom eingeleitet; dieser fliefst durch B_2 über K_{11}, L_6, Sp, MK_5, Erde nach B_2 und hält AR_1 fest, also ist der Auftraghebel frei, so lange der Fahrstrafsenknebel noch nicht umgelegt wird, F_4 ist weifs.
2. Fahrstrafsenknebel nach links, Schieber FS schliefst K_7, K_9, K_{10}, K_{12} und öffnet K_{11}. Dadurch wird:
   a) FM stromlos, AS_2 fällt ab und sperrt den gezogenen Fahrstrafsenknebel, Klingel Kl schweigt, F_3 wird grün;
   b) der Freigabestrom von K_8 nach K_9, L_2, CM_2 nach Erde umgeschaltet, er wird jetzt also Prüfstrom, zieht Au_2 an, schaltet B_1 von K_3 auf K_4 um:
   c) der Freigabestrom zum Kuppelstrome, welcher von B_1 über K_6, Au_2, K_4, K_2, Ku, M_2, L_4, K_{10}, Rk_2, Stromschliefser der Weichenschalter auf unten zu erörterndem Wege über Erde nach B_1 fliefst. Der Kuppelstrom zieht AK_2 an, Fenster F_4 wird weifs und zeigt an, dafs Kuppelstrom vorhanden ist. Da CM_2 stromlos ist, müfste Au_2 abfallen und wieder nach K_3 überspringen. Um dieses zu verhindern, ist eine hier nicht gezeichnete mechanische Sperre angebracht, die beim Zurückziehen des Auftragknebels durch die Stange BS wieder ausgelöst wird;
   d) der Sperrstrom bei K_{11} unterbrochen, AS_1 fällt ab und sperrt den Auftragknebel, F_5 wird grün, also erfolgt die Anzeige, dafs der Fahrstrafsenknebel umgelegt und der Auftragknebel nicht stellbar ist.

Vorgang beim Auflösen der Fahrstrafse:

I. Regelmäfsig durch den Zug.

1. Der Zug befährt SJ und Sk. So lange eine Achse auf der nichtleitenden Schiene steht, ist Speicher B_3 kurz geschlossen.
2. Der Zug verläfst SJ und betätigt Sk allein.
   a) Einmaliger Freigabestrom von B_3 über L_7, K_7, FM, Kl, Erde nach B_3. AS_2 wird angezogen, die Klingel ertönt. Das Signal fällt auf »Halt«, da der Kuppelstrom bei Rk_2 unterbrochen wird.
   b) Dauerfreigabestrom von B_2 über K_{12}, Rk_1, FM, Kl, Erde nach B_2. Fenster F_3 wird weifs, Fahrstrafsenknebel rückstellbar. Der Dauerfreigabestrom ist erforderlich, da der Strom nach Überfahren des Schienenstromschliefsers Sk daselbst unterbrochen wird, der Anker AS_2 also wieder abfallen und den Hebel sperren würde, so dafs er nicht zurückgelegt werden könnte.
3. Fahrstrafsenhebel wird in die »Halt«-Stellung gelegt.
   α) Der Dauerfreigabestrom (2b) wird bei K_{12} unterbrochen, Anker AS_2 fällt ab und sperrt den Hebel in der Grundstellung, Fenster F_3 wird grün, die Klingel schweigt;
   β) der Sperstrom ist wieder hergestellt und fliefst von B_2 über K_{11}, L_6, Sp, M, K_5, Erde nach B_2. Anker AS_1 wird angezogen, wobei das Fenster F_5 weifs wird. Dadurch wird angezeigt, dafs
   a) der Fahrstrafsenknebel wieder in »Halt«-Stellung gebracht und
   b) der Auftragknebel wieder frei ist. Grün bedeutet also bei diesen beiden Knebeln, dafs sie gesperrt, weifs, dafs sie stellbar sind.
4. Der Auftragknebel wird in die »Halt«-Stellung zurückgebracht, wodurch Au_2 auf K_3 gebracht wird, und der ursprüngliche Zustand vor Umlegung des Auftragknebels in die gestrichelte Lage wieder hergestellt ist.

II. Ausnahmsweise durch die Widerruftaste bei Fahrstrafsenwiderruf, Versagen der selbsttätigen Auflösung.

W wird auf K_1 gebracht: Es bildet sich ein Auflösestrom B_1, K_1, L_1, K_7, denn wenn Widerruf erforderlich wird, ist der Fahrstrafsenknebel umgelegt und der Stromschlufs hergestellt, FM, Kl Erde B_1 und weiter, wie beim Auflösen durch den Zug.

Im Blockfelde der Station und im Fahrstrafsenfelde des Stellwerkes spielen sich demnach hinter einander folgende Vorgänge ab:

1. Bei Grundstellung des Stationsblock- und Stellwerk-Hebels ist der Auftragknebel frei beweglich, F_5 weifs, der Fahrstrafsenknebel gesperrt, F_3 grün, die Klingel stumm.
2. Bei gezogenem Auftrag- aber nicht gezogenem Fahrstrafsen-Knebel ist der Auftragknebel frei beweglich, F_5

weifs, der Fahrstrafsenknebel zum Stellen frei, F_3 weifs, die Klingel tönt.

3. Bei gezogenem Auftrag- und gezogenem Fahrstrafsen-Knebel sind beide Knebel gesperrt, F_3 und F_5 grün, die Klingel ist stumm.
4. Nach Auflösung durch den Zug oder die Widerruftaste ist der Auftragknebel gesperrt, F_5 grün, der Fahrstrafsenknebel zum Rückstellen frei, F_3 weifs, die Klingel tönt.
5. Nach Rückstellung des Fahrstrafsenknebels ist F_3 grün, Klingel stumm, der Auftragknebel zum Rückstellen frei, F_5 weifs.
6. Nach Rückstellen herrscht derselbe Zustand wie unter 1.

Mit dem Fahrstrafsenfelde des Stellwerkes sind die Signalfelder verbunden.

Diese enthalten den Kuppelstrommagneten KuM_1 (Abb. 17, Taf. XXXI und Abb. 11, Taf. XXXI), den Magneten RM_1 der Signalrückmeldung, sowie am Signalmaste noch den Magneten KuM_3, der erst beim Auftreten des Stromes durch Anziehen des Ankers den Arm mit der Triebmaschine kuppelt, und endlich die Stromschliefser Ku_{13} bis Ku_{15} an den Weichenzungen, durch die richtiges Anliegen der Weichen gewährleistet wird. Das Auftreten des Kuppelstromes ist bei Erörterung der Freigabe der Fahrstrafse unter 2 c) bereits erklärt. Sind die dort erwähnten Vorbedingungen erfüllt, so läuft (Abb. 17, Taf. XXXI) der von B_1 über K_6, Au_2, K_4, K_2, KuM_2, L_4, K_{10}, RK_2 kommende Strom weiter über die Weichenstromschliefser Ku_{13}, Ku_{14}, Ku_{15} und den Magneten Ku. M_1, der bei angezogenem Anker AK_2 den Signalhebel durch Auslösen der Sperre Sp freigibt, über K_{16} Erde zum Speicher B_1. Nach Stellung des Signalhebels geht der Strom statt über K_{16} nun über K_{17} nach Ku_2, M_2, dessen Anker jetzt den Signalarm mit der Triebmaschine kuppelt, und von hier durch die Erde nach B_1 zurück. Das Signal nimmt »Fahrt«-Stellung ein. In dieser werden die Signalrückmelder RM_1 und RM_2 mittels Schliessung von K_{18} betätigt, wodurch F_2 und F_4 weifse Felder mit weifsem Querbalken zeigen. Die »Halt«-Stellung des Signales wird auf gewöhnlichem Wege vom Zuge durch Unterbrechung von RK_2, oder in Notfällen durch die Taste WS herbeigeführt.

Ist mit einem Einfahrsignale ein Vorsignal verbunden, so wird dieses von dem Stromkreise der Hauptsignale mit bedient, und zwar in derselben Weise, wie es oben bei der Kuppelung mehrerer Weichen auseinandergesetzt ist. Nur ist hier eine besondere Leitung L_8 und der Stromschliefser K_{18} (Abb. 18, Taf. XXXI) vorgesehen, damit sich das Vorsignal erst nach Eintritt der »Fahrt«-Stellung des Hauptsignales auf »Fahrt« stellen kann. Bei mehrflügeligen Signalen werden alle Flügel von derselben Triebmaschine bedient, während jeder Flügel seine Kuppelmagneten erhält. Nur die Flügel, deren Magnet erregt ist, sind mit der Triebmaschine gekuppelt, nur diese stellen sich daher.

Bei der Ausführung dieser Stellwerke kommen gewisse zweckmäfsige Abänderungen vor, die aber nicht von grofser Bedeutung sind. Die Quelle bringt derartige Abänderungen, so die Auflösung der Fahrstrafse durch Magnetschalter. Aufserdem teilt sie noch einige Einzelheiten mit, sowie zum Schlusse Schaltübersichten für eine elektrische Stellwerksanlage, für ein dreiflügeliges Einfahrsignal mit Vorsignal und für ein einflügeliges Einfahrsignal ohne Vorsignal unter der Voraussetzung gegenseitigen Ausschlusses dieser Signale. R—l.

Maschinen- und Wagenwesen.

Schrumpfmafs für Radreifen.

(Master Mechanics' Association, Juni 1905.)

Als Schrumpfmafs für das Aufziehen der Radreifen war in Amerika bisher meist $^1/_{800}$ üblich. Bei grofsen Triebraddurchmessern zeigte sich jedoch vielfach Losewerden der Radreifen, sobald ihre Stärke etwa nur noch 50 mm betrug. Der für die Untersuchung dieses Gegenstandes eingesetzte Ausschufs schlug daher die Annahme eines Schrumpfmafses von $^1/_{600}$ bei allen Radsternen von mehr als 1676 mm Durchmesser vor, nachdem die Pennsylvaniabahn schon seit Jahren bei allen Radreifen ein Schrumpfmafs von $^1/_{640}$ angeordnet hat. Die Besprechung ergab jedoch die Notwendigkeit der weiteren Prüfung dieser Frage im Zusammenhange mit der Gestaltung des Radkörpers und der Befestigungsart der Radreifen. Beim Übergange von gufseisernen zu den jetzt in den Vereinigten Staaten fast ausschliefslich verwendeten Stahlformgufs-Radsternen hat man bei letzteren vielfach anscheinend zu schwache Querschnitte der Speichen und Felgen angenommen. Wenigstens haben genaue Messungen an einzelnen Radgestellen nach dem Aufschrumpfen der Reifen S-förmige Gestalt der Speichen, sowie seitliches Ausweichen der Nabe bis zu 1,5 mm ergeben. Kennzeichnend ist übrigens, dafs die Stahlformgufs-Radsterne meist nicht aus einem geschlossenen Stücke bestehen, sondern fast allgemein in der Felge aufgesprengt werden; einzelne Werke lehnen sogar Gewährleistungen für nicht aufgesprengte Radsterne ab. Der Schlitz wird bisweilen nur mit Weifsmetall ausgegossen, die gröfseren Bahnverwaltungen hobeln jedoch den Schlitz aus und schliefsen ihn durch einen bearbeiteten Keil. M-n.

Wasserraum der Feuerbüchsen.

(Master Mechanics' Association, Juni 1905.*)

Die geringe Lebensdauer der Feuerbüchsen wird im Amerika vielfach darauf geschoben, dafs der Wasserumlauf in dem Raume zwischen innerer und äufserer Feuerbüchse namentlich bei den breiten Feuerbüchsen nicht genüge. Man führt daher den Bodenring bei diesen Feuerbüchsen, der früher gleich den europäischen Ausführungen nur etwa 70 bis 90 mm stark war, jetzt fast durchweg 100 bis 115 mm stark aus. Gröfsere Stärken bringen Schwierigkeiten im Schmieden und Nieten des Ringes mit sich. Nach oben erbreitert sich der Wasserraum meist bis auf 150 bis 200 mm. Abgesehen vom bessern Wasserumlaufe bringt der breite Raum den Vorteil langer Stehbolzen mit sich. Über die Dauerhaftigkeit dieser haben die Baldwinwerke sehr

*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 37; 1904, S. 174 bis 176; 1905, S. 61.

lehrreiche Versuche angestellt. Stäbe von verschiedenen Längen, die mit je 1800 kg belastet waren, wurden am Ende um ± 2,4 mm gebogen: es hielten aus:

Stäbe von 203 mm Länge . . .	1620	Biegungen
« « 165 « « . . .	960	«
« « 127 « « . . .	695	«

Durch eine Verlängerung des Stehbolzens um 65 % wird also seine Dauer um 133 % erhöht.

Die Chicago Burlington und Quincy Bahn hat einige Lokomotiven mit 10 mm-Stehbolzen bei 76 mm Feldteilung ausrüsten lassen, doch liegen noch keine abschliefsenden Ergebnisse über die Bewährung dieser Stehbolzen vor.

Auch die Wasserräume zwischen den Rohren werden jetzt in Amerika bereits häufig zu 22 mm bei Rohren bis 57 mm Durchmesser angenommen, während man hier selten über 20 mm geht.

M—n.

3/7 gekuppelte Tender-Lokomotive der Madrid- und Alicante-Bahn.

(Engineer. 17. November 1905, S. 485. Mit Abb.)

Für den Vorortdienst der Madrid, Saragossa und Alicante-Bahnen sind von J. A. Maffei, München, mehrere 3/7 gekuppelte Tenderlokomotiven mit vorderm und hinterm Drehgestelle gebaut. Die Lokomotiven sind für fast ebene Strecken mit Krümmungen von 180 m Halbmesser und 1672 mm Spur bestimmt; ihre durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt 60 km/St. Mit Rücksicht auf schnelles Anfahren und möglichst einfache Bauart sind sie als Zweizylinder-Zwillings-Lokomotiven ausgeführt. Sie haben Kolbenschieber von 220 mm Durchmesser mit äufserer Einströmung und Heusinger-Steuerung der üblichen Anordnung. Auch in der Bauart der übrigen Einzelheiten lehnen sich die Lokomotiven eng an die der deutschen Bahnen an. Die Belastung jeder Triebachse beträgt 13 t, das Reibungsgewicht ist also nur 39 t; auf jedes der beiden Drehgestelle entfällt eine Belastung von 17 t.

Die Hauptabmessungen sind:

Dampfzylinder, Durchmesser d	440 mm
« Hub h	630 «
Triebraddurchmesser D	1544 «
Heizfläche, innere H	172 qm
Rostfläche R	2,85 qm
Dampfüberdruck p	12,5 at
Heizrohre, Serve, Länge	4100 mm
Heizrohre, Serve, Anzahl	137
Mittlerer Kesseldurchmesser . .	1450 mm
Gewicht, leer	54,5 t
« im Dienste, Triebachslast L_1 .	39 «
« « « im ganzen L . .	71,5 «
Inhalt des Tenders, Wasser	8 cbm
« « « Kohlen	3,5 t
Verhältnis H : R	60
« H : L	2,4 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^2 h}{D} \cdot 0,5\, p$	4940 kg
Verhältnis Z : H	28,7 kg/qm
« Z : L	69 kg/t
« Z : L_1	127 «

T.

Eigenschaften von Mischmetallen nach Atomgewichts-Verhältnissen.

Im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure berichtete Herr W. Rübel aus Hamburg*) über physikalische Eigenschaften von Mischmetallen, welche nach den Atomgewichtsverhältnissen bei gewöhnlichen und höheren Wärmestufen hergestellt sind.

Dem Streben des Gewerbes, Gewicht und Gröfse der Maschinen bei Steigerung der Leistung zu verringern, kommen die Entwurfsarbeiten unter Ausnutzung der neuesten Erkenntnis der Mechanik in weitgehendem Mafse nach, der Erfolg hängt aber daneben auch von der Beherrschung der Baustoffe ab. Auf dem Gebiete der Eisen- und Stahlerzeugung ist ein derartiger Fortschritt bereits festzustellen; dagegen herrschen auf dem Gebiete der Herstellung der übrigen Mischmetalle noch die durch Jahrhunderte überlieferten Gebräuche.

Die Verbesserung der Mischmetalle bedingt zugleich den Ausbau des Giefsereiwesens.

Die Erfahrungen des Herrn W. Rübel ergeben, dafs bei Öfen mit natürlichem Zuge die besten Güteziffern zu erreichen sind, auch ist bei diesen der Abbrand der Metalle geringer als bei Schmelzöfen mit künstlichem Zuge. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dafs in Öfen mit natürlichem Zuge nicht ein solcher Überflufs von Sauerstoff herrscht, wie bei künstlichem Zuge, so lange das Metall noch nicht geschmolzen, aber durch die hohe Erhitzung schon oxydationsfähig ist.

Bei der Herstellung eines Mischmetalles bester Eigenschaften kommt es in erster Linie darauf an, wie die Atome der verschiedenen Metalle in der fertigen Mischung gelagert sind, denn nur auf Grund dieser Erkenntnis können Verbesserungen erzielt werden, im Gegensatze zu der früheren Art der Ermittelung durch planloses Versuchen.

Der Kohlenstoffgehalt des Roheisens kann mit dem Eisen gebunden auftreten, kann aber auch als Graphit für sich einen Teil des Metalles ausmachen. Durch Verbrennung des Kohlenstoffes und durch mehrere Glühprozesse wird der Kohlenstoffgehalt auf ein bestimmtes Mafs gebracht; man strebt dabei die möglichst vollständige Bindung des Kohlenstoffes mit dem Eisen an. Die Verbindung aus Kohlenstoff und Eisen im Stahle heifst Zementit. Wird dieser von Ferrit wie von einer Schale umgeben, so heifst die Kristallverbindung Perlit. Je gleichmäfsiger Perlit in dem Stahle verteilt ist, desto weniger Spannungen treten in dem Stoffe auf und desto gleichmäfsiger sind Festigkeit und Dehnung.

Viele andere Beispiele zeigen, dafs die im Verhältnisse der Atomgewichte zusammengestellten Mischmetalle die von der Maschinentechnik verlangten Eigenschaften am sichersten darbieten.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

Vierachsiger Wagen mit Selbstentladung durch Bodenklappen.

(Railroad Gazette 15. Dez. 1905, S. 558. Mit Abb.)

Der Wagenboden enthält 16 Klappen, die sich um zwei nahe der Wagenmitte angeordnete Längsachsen drehen. Je vier Klappen werden mittels einer gemeinsamen Welle von den Stirnseiten aus eingestellt. Durch eine besondere Anordnung der Hebel soll die Rückbewegung der Klappen nur geringen Kraftaufwand erfordern. Ru.

Versuchs-Lokomotiven der Pennsylvania-Bahn.

(Railroad Gazette 5. Jan. 1906, S. 16. Mit Abb.)

Um genaue Versuche anzustellen, hat die Pennsylvania-Bahn zehn Lokomotiven beschafft, von denen je zwei mit einander übereinstimmen. Fünf sollen auf den Strecken östlich von Pittsburg, die andern fünf auf den westlichen Dienst leisten. Neben den Versuchen im Betriebe sind auch noch Versuche auf dem Prüfstande in Aussicht genommen. Die fünf von einander verschiedenen Bauarten mit ihren Hauptabmessungen sind folgende:

Erbauer	Baldwin	American Locomotive Works	de Glehn, Société Alsacienne	American Locomotive Works	American Locomotive Works
Bauart	2/5 (4-IV-2)	2/5 (4-IV-2)	2/5 (4-IV-2)	3/5 (2-VI-2)	4/5 (2-VIII-0)
d Zylinderdurchmesser Hochdruck cm	40,6	40,6	36,0	54,6	58,4
d_1 „ Niederdruck cm	68,6	68,6	60,0	—	—
h Zylinderhub cm	66,0	66,0	64,0	71,1	81,3
D Triebraddurchmesser cm	203,2	203,2	203,5	203,2	160,0
H Heizfläche qm	243,44	243,23	222,42	330,93	320,75
R Rostfläche qm	5,156	5,156	3,15	5,11	5,146
p Überdruck at	14,41	14,41	16	14,06	14,06
Rohr- Länge mm	5384,67	4978,25	4400	5944	4724
Rohr- Durchmesser mm	57,15	50,8	70 (Serve)	57,15	50,8
Rohr- Anzahl	261	315	139	322	446
Kesseldurchmesser mm	1702	1702	1510	1892	2386
L Dienstgewicht t	88,45	90,94	73,4	106,36	99,79
L_1 Triebachslast t	54,657	53,160	39,84	65,66	89,81
Wasserbehälter cbm	20,8	20,8	—	26,5	26,5
Kohlenraum t	11,33	9	—	9	11,8
H:R Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche	47	47	70	65	62
H:L Verhältnis qm/t	2,75	2,68	3,04	3,1	3,2
Z_1 Zugkraft, angegeben kg	10570	10570	8870	12600	20730
Z „ berechnet kg $0{,}38\frac{p h d_1^2}{D}$	8400	8400	6900	$0{,}5\frac{p h d^2}{D} = 7300$	$0{,}6\frac{p \cdot h \cdot d^2}{D} = 14500$
Z:H kg/qm	34,5	34,5	31	22	45
Z:L kg/t	95	92,5	94	69	145
$Z:L_1$ kg/t	154	158	173	111	162

Wesentliche Unterschiede liegen in der Anzahl, Länge und im Durchmesser der Rohre; die Versuche sollen auch besonders mit Rücksicht auf die Wirkung der verschiedenen Rohranordnungen angestellt werden. Ru.

Kohlen-Vorbringer für Lokomotiv-Tender.

(Railroad Gazette 12. Jan. 1906, S. 45. Mit Abb.)

Um dem Heizer bei langen Strecken das Heranholen der Kohlen zu erleichtern, ist auf der Rückwand des Kohlenraumes eine bewegliche Platte angeordnet, die in der Ruhestellung zum Boden des Tenders etwa eine Neigung von 45° hat. Die Platte ist um Bolzen am untern Ende drehbar, ihre Bewegung wird durch zwei Zylinder von 200 mm Durchmesser bewirkt, denen Prefsluft zugeführt wird.

Die Vorrichtung, die insbesondere für Tender mit grofsem Kohlenraume in Frage kommt, ist bei 28 Lokomotiven der Atchinson, Topeka und Santa Fé Bahn im Betriebe und soll sich so gut bewährt haben, dafs die Vorrichtung für 20 weitere Lokomotiven bestellt ist. Der dargestellte Tender fafst 9 t Kohlen. Ru.

2/4 gekuppelte Personenzug-Lokomotive für die New-Jersey-Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 19. Jan. 1906, S. 56.)

Auf einer Strecke mit Steigungen von 1 : 85 in der einen und 1 : 56 in der andern Richtung wurden bisher $^3/_5$ gekuppelte Lokomotiven zur Beförderung der Züge von 122 t verwendet, wegen der scharfen Krümmungen haben sich diese aber nicht bewährt. Deshalb sind $^2/_4$ gekuppelte Lokomotiven mit grofser Leistung beschafft. Diese sollen die Züge auf der 170 km



langen Strecke trotz der ungünstigen Steigungen und bei sehr vielen Aufenthalten mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/St. befördern. Der Rahmen besteht aus Stahlgufs. Der Kessel hat eine Feuerbüchse nach Wootten. Die Hauptabmessungen sind:

Zylinder-Durchmesser d	48,3 cm
Zylinder-Hub h	66,0 «
Triebrad-Durchmesser D	175,3 «
Heizfläche H	170 qm
Rostfläche K	7,58 «
Überdruck p	14,06 at
Rohr- Länge	3810 mm
Rohr- Durchmesser	50,8 «
Rohr- Zahl	280
Kesseldurchmesser	1727 mm
Dienstgewicht L	71,646 t
Triebachsgewicht L_1	49,00 «
Tender-Wasserbehälter	18,9 cbm
« -Kohlenraum	11 t
Verhältnis H : R	22,2
« H : L	2,38 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d^3 h . 0,5 p}{D}$	6150 kg
Verhältnis Z : H	36 kg/qm
« Z : L	86 kg/t
« Z : L_1	125 «

Ru.

2/5 gekuppelte Vier-Zylinder-Schnellzug-Lokomotive für die Great Northern Bahn.

(Engineer 26. Jan. 1906, S. 95. Mit Abb.)

Die Lokomotive wurde von der Vulkan-Giefserei G. m. b. H. in Newton-le-Willows erbaut. Die Feuerbüchse ist nicht, wie sonst bei den $^2/_5$ gekuppelten Lokomotiven, oberhalb des Rahmens über der hintern Laufachse angeordnet, sondern innerhalb des Rahmens über der hintern Triebachse.

Die Lokomotive hat eine Anfahrvorrichtung, um dem Verbinder Frischdampf von verminderter Spannung zuzuführen und eine Steuerung, durch die die Füllungen der Hochdruck- und der Niederdruck-Zylinder unabhängig von einander eingestellt werden können.

Zylinderdurchmesser Hochdruck d	35,6 cm
« Niederdruck d_1	58,4 «
Zylinderhub h	66,0 «
Triebraddurchmesser D	203,3 «
Heizfläche H	213,69 qm
Rostfläche R	2,88 «
Dampfüberdruck p	14,06 at
Länge der Serve-Rohre	3,630
Kesseldurchmesser, aufsen	1565 mm
Dienstgewicht L	64,41 t
Triebachslast L_1	33,6 «
Tender Wasserbehälter	16,67 cbm
Tender Kohlenraum	4,53 t
Verhältnis H : R	74
« H : L	3,3 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d_1^2 h}{D} . 0,39 . 14,06$	6070 kg
Verhältnis Z : H	28,5 kg/qm
« Z : L	94,3 kg/t
« Z : L_1	180 «

Ru.

2×3/3 gekuppelte Tender-Lokomotive der belgischen Staatsbahnen.

(Engineer 2. Febr. 1906, S. 109. Mit Abb.)

Während bisher auf der Steilrampe bei Lüttich immer zwei Drucklokomotiven verwendet wurden, versieht die neu beschaffte Doppel-Tender-Lokomotive allein diesen Dienst. Da feine Klarkohle gefeuert wird, ist die Feuerbüchse nach Belpaire sehr breit; deshalb sind zwei Heizer erforderlich.

Um das Reibungsgewicht während der Fahrt nicht ungleichmäfsig zu verringern, sind die Wasserkästen sowohl auf dem vordern, als auch auf dem hintern Drehgestelle angeordnet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser Hochdruck d	50,0 cm
« Niederdruck d_1	81,0 «
Zylinderhub h	65,0 «
Triebraddurchmesser D	130,0 «
Heizfläche H	251,5 qm
Rostfläche R	7,84 «
Dampfdruck p	15 at
Rohr- Länge	4,050 mm
Rohr- Durchmesser	70 mm (Serve)
Rohr- Zahl	164
Kesseldurchmesser	1500 mm
Gewicht, leer	91,6 t
« mit Vorräten L	109,6 «
Triebachsgewicht L_1	109,6 t
Wasser	9 cbm
Kohlen	3 t
Verhältnis H : R	32
« H : L	2,3 qm/t
Zugkraft $Z = \frac{d_1^2 h}{D} . 0,45 . 15$	22100 kg
Verhältnis Z : H	88 kg/qm
« Z : L	201 kg/t

Ru.

Verhalten einer elektrischen Lokomotive während eines Schneesturmes.

(Railroad Gazette 16. Febr. 1906. Mit Abb.)

Die Stromzuführung auf der in Frage kommenden Strecke erfolgt durch eine dritte Schiene. Zur Anstellung von Versuchen sind fünf verschiedene Anordnungen der Schutzwände für diese Schiene vorgesehen. Während ein Teil ohne jede Schutzwand ausgeführt ist, sind an anderen Teilen entweder eine schräge obere Abdeckung mit oder ohne seitliche Schutzwand, oder eine wagrechte obere Abdeckung mit Seitenwand angebracht.

Bei der fünften Form ist die Schiene oben befestigt, die Stromabnahme erfolgt durch einen von unten angedrückten Bügel.

Bei starkem Schnee, der bis 15 cm über den Schutzbrettern lag, zeigte sich an der ungeschützten Schiene bei der ersten Fahrt nur ein geringes Funken, bei den folgenden Fahrten wurde die Stromabnahme jedoch immer ungünstiger, weil sich aus dem Schnee durch die Funken Eis bildete, sodafs das Befahren der Strecke am Ende des Versuches beinahe unmöglich war.

Bei den geschützten Schienen waren die Verhältnisse ähnlich, zum Teil noch schlechter, weil der Schneeräumer an der Lokomotive den Schnee unter die Schutzwand warf. Die Stromabnahme durch einen von unten gegen die Schiene gedrückten Schuh hat sich weit besser gezeigt, als die anderen Bauarten.

Ru.

Benzin-elektrischer Trieb-Wagen.

(Railroad Gazette 23. Febr. 1906, S. 188. Mit Abb.)

Der Wagen wird durch zwei elektrische Triebmaschinen angetrieben, die entweder hinter oder neben einander geschaltet werden können. Der elektrische Strom wird in dem Wagen selbst erzeugt und zwar mittels einer sechszylindrigen Benzinmaschine. Die Zylinder von 203,2 mm Durchmesser und 254 mm Hub sind in zwei Gruppen geteilt. Die beiden Gruppen von je drei Zylindern sind um 90° gegen einander versetzt. Der Rahmen der Maschine besteht aus Stahlgufs, für Deckbleche ist Aluminium verwendet. Der Vergaser ist so eingerichtet, dafs statt Benzin auch Kerosin, Spiritus oder Rohöl verwendet werden können. Die Zündung geschieht elektrisch.

Die Maschine treibt unmittelbar einen Stromerzeuger von 200 Amp. bei 250 Volt. Ein Speicher von 112 Zellen und 200 Amp.-Stunden Aufnahmefähigkeit dient als Ausgleicher und zum Anfahren, auch zur Unterstützung bei Bergfahrten. Bei einer gröfsten Geschwindigkeit von 80 km/St. soll der durchschnittliche Benzinverbrauch 1,05 l/km betragen. 380 l Benzin können untergebracht werden.

Ru.

Betrieb.

Zugwiderstände.

Regierungs-Baumeister Denninghoff teilte im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure über die Ermittelung der Zugwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge das folgende mit.*)

Im Jahre 1834 sind von Pambour auf den französischen Eisenbahnen Versuche zur Ermittelung des Widerstandes einzelner Fahrzeuge angestellt und später von Clark, Harding, Gooch, Welkner und anderen fortgesetzt. Der Engländer Clark war der erste, der eine einfache brauchbare Formel zur Berechnung der Zugwiderstände aufgestellt hat. Eine Erweiterung der Clark'schen Formel rührt von dem Ingenieur Harding her. Eine dritte Formel ist von den Ingenieuren Veuillemin, Guebhard und Dieudonné auf Grund von Versuchen auf der französischen Ostbahn aufgestellt worden. Der Vortragende besprach sodann die Versuche von Gofs, Professor Frank, Barbier, Leitzmann und v. Borries. In der neusten Zeit boten die Versuche der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen eine besonders gute Gelegenheit, Ermittelungen über die Zugwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge anzustellen, weil für diese Versuche ein guter Oberbau zur Verfügung stand, weil hohe Fahrgeschwindigkeiten zur Anwendung kamen, und weil vorzügliche Mefsvorrichtungen vorhanden waren. Diese Widerstandsmessungen sind nicht nur mit den vorhandenen beiden Schnellbahnwagen, sondern auch mit zwei Gepäckwagen neuester Bauart mit zwei zweiachsigen Drehgestellen vorgenommen.

Die Ermittelung des Widerstandes erfolgte in verschiedener Weise und zwar:

1. mittels eines Zugkraftmessers, der zwischen den zu untersuchenden Schnellbahnwagen und die den Wagen ziehende Lokomotive geschaltet wurde;
2. durch Messung des Arbeitsverbrauches der elektrischen Triebwagen;
3. durch Auslaufversuche und
4. durch Messung der Drehmomente der Triebmaschinen.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

Die Auslaufversuche wurden in der Weise ausgeführt, dafs die Wagen durch eine Dampflokomotive oder durch ihre eigene Kraft in die gewünschte Anfangsgeschwindigkeit gebracht wurden, oder aber, indem die Wagen auf eine Gefällstrecke geschoben wurden und von dem Zustande der Ruhe aus abliefen. Da sich bei den ersten Versuchen mit geringen Anfangsgeschwindigkeiten alle die kleinen Unebenheiten der Strecke beim Aufzeichnen der Geschwindigkeit bemerkbar machten, wurde die Streckenlage genau einnivelliert und in Rechnung gezogen. Die unter 1. bis 3. aufgeführten Verfahren zur Ermittelung des Zugwiderstandes sind bisher häufig angewendet, neu dürfte aber die Bestimmung des Zugwiderstandes durch Messung des Drehmoments der Triebmaschinen sein. Hierfür eigneten sich die Schnellbahnwagen ganz besonders deswegen, weil die Anker unmittelbar auf den Achsen sitzen, also die Kraft unmittelbar auf diese übertragen. Die Maschinengehäuse üben dasselbe Drehmoment in entgegengesetzter Richtung aus; dieses ist gemessen worden, indem die starre Verbindung des Gehäuses mit dem Wagengestelle zunächst durch Schraubenfedern ersetzt wurde, deren Beanspruchung das Mafs für das Drehmoment ergibt. Die Lagenänderung der Federn wurde durch eine Hebelübersetzung auf ein Zeigerwerk mit Schreibwerk und Uhr im Wagen übertragen. Später wurde die Messung bei dem zweiten Schnellbahnwagen durch eine Prefswasser-Vorrichtung bewirkt.

Von grofser Bedeutung erschien die genaue Ermittelung des Luftwiderstandes; daher wurden bei allen Versuchsfahrten Messungen des Luftdruckes ausgeführt. Von grofser Bedeutung für den Widerstand, den ein Zug findet, ist auch die Form der Fahrzeuge. Es kam daher darauf an, zu ermitteln, welche Form einem Eisenbahn-Fahrzeuge gegeben werden mufs, damit der Luftwiderstand möglichst gering wird. Da die Wagenform während der Versuchsfahrten nicht verändert werden konnte, blieb nur übrig, den Einflufs der Gestalt auf die Gröfse des Luftwiderstandes an Modellen zu erproben, wie schon Newton den Luftwiderstand durch Messung der Ausschlagweiten eines im lufterfüllten Raume schwingenden Pendels ermittelt hat.

Das Ergebnis der Versuche der Studiengesellschaft ist die Aufstellung einer einfachen Formel zur Berechnung des Zugwiderstandes, in der eine Trennung des Eigenwiderstandes von dem Luftwiderstande durchgeführt werden konnte. Die Formel gibt keine völlig genauen Werte, weil der Widerstand, den ein Zug in Wirklichkeit findet, von sehr vielen äufseren Umständen abhängt, die sich in der Formel nicht ausdrücken lassen. Trotzdem kann wohl behauptet werden, dafs an Genauigkeit so viel geleistet ist, wie bei der Berechnung von Zugwiderständen für den Betrieb billiger Weise gefordert werden kann.

Technische Litteratur.

Von der Erhaltung der Energie und dem Gleichgewichte des nachgiebigen Körpers. (Virtuelle Verschiebungen.) Ein Kapitel aus der technischen Mechanik. Von C. J. Kriemler. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag. Preis 1,3 M.

Das Heft bringt eine eingehende Betrachtung der Verhältnisse der Arbeiten der äufseren, inneren und Reibungs-Kräfte und der lebendigen Kraft bei Verschiebungen elastischer Körper, im Anschlusse an die früheren Untersuchungen Mohr's und Engesser's über den Gültigkeitsbereich der Cartiglianoschen Gesetze und die von Engesser eingeführte »Ergänzungs«-, hier »Überschufs«-Arbeit. Die Untersuchungen gipfeln in der Behandlung des Gleichgewichtes elastischer Körper, insbesondere zum Zwecke der Ermittelung statisch nicht bestimmbarer Gröfsen. Es ist höchst beachtenswert, die theoretischen Grundlagen neuerer Statik, die grade im Eisenbahnwesen eine bedeutende Rolle spielt, von verschiedenen Seiten beleuchtet zu sehen. Wir begrüfsen in der vorliegenden Schrift, die sich tunlichst selbstständig zu halten sucht, und die in der Vorführung mehrerer Anwendungsbeispiele von den einfachsten bis zu recht verwickelten zu greifbaren Ergebnissen kommt, eine wertvolle Erweiterung der Behandlung der Arbeitsgesetze in der Statik und empfehlen ihre eingehende Durchsicht; das Ergebnis wird für jeden eine Vertiefung der Durchdringung dieses wichtigen Gebietes der Statik sein.

Handbuch der Eisenbahngesetzgebung in Preufsen und dem deutschen Reiche. Von K. Fritsch, Geh. Oberregierungsrate und vortragendem Rate im Reichsamte für die Verwaltung der Reichseisenbahnen. Berlin 1906, J. Springer. Preis 16 M.

Das mit dem Inhaltsverzeichnisse fast 1000 Oktavseiten enthaltende umfassende Werk behandelt die reichs- und landesherrlichen Vorschriften, die für Eisenbahnen erlassen sind, in den Abschnitten: Allgemeine Bestimmungen, Verwaltung der Staatseisenbahnen und Staatsaufsicht über Privatbahnen, Beamte und Arbeiter, Finanzen und Steuern, Eisenbahnbau, Grunderwerb und Rechtsverhältnisse des Grundeigentumes, Eisenbahnbetrieb, Eisenbahnverkehr, Verpflichtungen der Eisenbahnen im Interesse der Landesverteidigung, Post- und Telegraphen Wesen, Zollwesen und Handelsverträge. Die Zusammenfassung aller dieser Gegenstände und ihre Erörterung unter Beifügung mafsgebender Erklärungen und Entscheidungen hat die Beherrschung eines überaus weiten Rechtsgebietes zur Voraussetzung, da nicht allein Gesetze und behördliche Erlasse der beiden im Titel genannten staatsrechtlichen Gebiete, sondern namentlich für neuere Zeit auch zahlreiche Festsetzungen in Frage kommen, die auf Vereinbarungen mehrerer Staaten beruhen, wie etwa die Technische Einheit, die den gröfsten Teil von Europa umfafst.

Das Inhaltsverzeichnis erschliefst den vielseitigen und verwickelten Inhalt durch die zweckmäfsig gewählten Stichworte, bei denen je die Stellen der Gesetze, Erlasse und Bestimmungen angegeben sind, die auf sie Bezug haben. So ist es nicht nur möglich, sondern auch leicht, sich über alle mit dem Eisenbahnwesen in Verbindung stehende Rechtsfragen Auskunft zu verschaffen, das Buch ist daher als ein für jeden mit dem Eisenbahnwesen in Beziehung Stehenden, mag er Beamter oder Geschäftsmann sein, höchst nützliches zu bezeichnen.

Illustriertes Technisches Wörterbuch in sechs Sprachen. K. Deinhardt und A. Schloman, Ingenieure. Band I.*) Maschinenelemente und die gebräuchlichsten Werkzeuge. Dipl.-Ing. P. Stülpnagel. München 1906, R. Oldenbourg. Preis 5 M.

Der erste Band dieses eigenartig gestalteten Wörterbuches liegt nun vor; nach seiner Durchsicht glauben wir, dafs es sich um ein sehr nützliches und vielversprechendes Werk handelt. In handlicher Gröfse und guter Ausstattung bringt es die begrifflich geordneten Maschinenelemente in 41 Abschnitten stets in den Benennungen der sechs Sprachen: deutsch, englisch, französisch, russisch, italienisch, spanisch, und zwar wird jeder Gegenstand, bei dem das irgend erwünscht ist, durch eine zwischen die sehs Benennungen gesetzte Skizze erläutert. So ist ein reicher, aber noch unübersichtlicher Sprachstoff geschaffen. Um ihn aufzuschliefsen ist ein buchstäblich geordnetes Verzeichnis zunächst für die fünf mit lateinischen Buchstaben zu deckenden Sprachen, dann russisch nachgefügt, in dem man Seitenzahl und Nummer auf der Seite für jeden Gegenstand findet. So entsteht ein leicht zu benutzender Schlüssel für die technischen Bezeichnungen der sechs Sprachen, darüber hinaus aber durch die sehr zahlreichen und gut gewählten Skizzen ein Werk, das zugleich ziemlich weitgehenden Aufschlufs über das Wesen der bezeichneten Dinge gibt.

Die ganze technische Sprache wird in elf so eingerichtete Bändchen zerlegt. Da aber der einzelne Techniker doch immer nur ein, oder wenige Gebiete bearbeitet, so wird die Benutzung des Ganzen durch diese Teilung erleichtert, nicht erschwert, es wird nur selten vorkommen, dafs man zur Auffindung einer Bezeichnung mehrere Bände heranziehen mufs.

Da das buchstäblich geordnete Verzeichnis jedes Bandes die Sprachen vollständig durcheinander wirft, so ist das Buch für Angehörige der sechs Sprachgebiete in ganz gleicher Weise brauchbar. Sehr lehrreich ist es, die sechs Benennungen eines Gegenstandes stets vereinigt vor sich zu haben.

Wir betrachten das Werk als ein solches von sehr umfassender Nützlichkeit, und benutzen daher das Erscheinen des ersten Bandes zu wiederholter Empfehlung.

*) Organ 1906, S. 88.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 9. Heft. 1906.

Feuerbüchs-Rohrwände aus Kupfer und Flufseisen.

Von **Mayr**, Regierungs- und Baurat in Cöln-Nippes.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 9 auf Tafel XXXII.

Starke Inanspruchnahme und ungeeignetes Speisewasser bewirken, dafs die kupfernen Feuerbüchs-Rohrwände vieler Lokomotiven, nach verhältnismäfsig kurzer Betriebszeit, durch Brüche der Stege zwischen den Rohrlöchern des obern Teiles stark beschädigt werden. Diese Stegbrüche treten bei den von der Haupt-Werkstatt Cöln-Nippes zu unterhaltenden Lokomotiven ganz besonders schnell und in grofser Zahl auf.

Die Brüche beginnen regelmäfsig in den fünf oberen Stegen der zweiten äufseren senkrechten Rohrreihen als feine Risse (Abb. 1, Taf. XXXII), welche sich jedoch nach der Wasserseite hin schnell erweitern, wie Abb. 2, Taf. XXXII zeigt. Je nach den Betriebs-Umständen treten alsdann weitere Brüche nach kürzerer oder längerer Zeit in den 3., 4. und 5., seltener in den 1. senkrechten Rohrreihen auf und erstrecken sich allmälig über alle Rohrstege dieser Reihen.

Langjährige sorgfältige Beobachtung hat ergeben, dafs Form und Lage der Brüche stets bei allen Lokomotiv-Gattungen dieselben sind, unabhängig von der Bauart des Hinterkessels und von der der Deckenverankerung. Die Anwendung beweglicher Deckenanker der verschiedensten Bauart hat ebensowenig günstigen Einflufs auf die Erhaltung der Rohrwände auszuüben vermocht, wie die Einführung kurzer und sehr breiter Feuerkisten. Von ganz einschneidendem Einflusse hat sich dagegen die Höhe der Dampfspannung und die Natur des Kesselsteines erwiesen. Unter sonst gleichen Umständen treten die Stegbrüche um so schneller und zahlreicher auf, je höher die Dampfspannung und je wasserundurchlässiger der Kesselstein ist. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung in der schnellen Abnahme der Festigkeit und dem Sinken der Elastizitätsgrenze des Kupfers bei steigender Wärme. Der grofse Einflufs, welchen die Wasser-Durchlässigkeit des Kesselsteines ausübt, zeigt das Verhalten der Rohrwände der in Cöln beheimateten Lokomotiven, welche mit magnesiahaltigem Speisewasser arbeiten. Hier treten die Stegbrüche bei 12 at in der Regel nach zehn bis zwölf Monaten, bei 14 at der $^2/_5$ und $^3/_5$ gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven mit langer, schmaler, oder kurzer, breiter Feuerbüchse aber schon nach vier bis sechs Monaten auf, während sie sich bei 12 at auf anderen Lokomotivstationen, welche mit gutem Speisewasser arbeiten, erst nach zwei bis drei Jahren einstellen. Die Vergröfserung der Stegstärken durch Verminderung der Rohre in den oberen Teilen der Rohrwände hat keinen Einflufs auf das Auftreten der Brüche. Vorteilhaft hat sich jedoch diese Verstärkung insofern erwiesen, als die Ausbesserung dauerhafter ausführbar ist. Je nach dem sonstigen Zustande einer Rohrwand erfolgt die Ausbesserung, wenn die Zahl der aufgefundenen Stegbrüche unter 40 bleibt. Sind mehr Brüche vorhanden, so erfolgt hier die Auswechselung der Wand auch dann, wenn sie sonst noch in bestem Zustande ist. Die Ausbesserung erfolgt nach Abb. 3, Taf. XXXII mittels 10 ^{mm} starker Kupferplatten, die durch nahtlose, aus weichem Flufseisen hergestellte Gewindebüchsen mit der Rohrwand verbunden werden. Die Ausführung dieser Ausbesserung erfolgt in sorgfältigster Weise; Stemmen zur Erzielung der Dichtigkeit darf weder an der aufgelegten Platte, noch an den Gewindebüchsen angewendet werden. Alle sonst bekannten Ausbesserungsweisen haben unter den diesseitigen Betriebsverhältnissen versagt. Die ausgebesserten Wände bleiben in der Regel noch zwei bis drei Jahre voll betriebsfähig. Die Auswechselung der Rohrwände nimmt bei den Einrichtungen der Hauptwerkstatt in Nippes vier bis sechs Wochen vom Eingange bis zum Ausgange der Lokomotive in Anspruch, während die Ausbesserung einer Wand je nach ihrer Beschädigung drei bis sechs Wochen erfordert. Wenn nun auch die Ausbesserungszeiten ziemlich kurz sind, so macht sich doch die grofse Zahl der Rohrwand-Beschädigungen so störend bemerkbar, dafs eine Einschränkung dringend erwünscht ist.

Ist es auch nun trotz aller Bemühungen nicht möglich gewesen, die unmittelbare Ursache der Stegbrüche einwandfrei zu ermitteln, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, dafs die Grundursache in den durch die Druck- und Wärme-Wirkungen hervorgerufenen Formänderungen der Kessel zu suchen ist, und dafs die Festigkeits- und Elastizitäts-Verhältnisse des Kupfers den Anforderungen nicht mehr genügen. Zur Herstellung halt-

barer Rohrwände ist also ein Stoff erforderlich, dessen Festigkeit und Elastizitätsgrenze bei höheren Wärmegraden erheblich gröfser ist als die des Kupfers, und der den Wirkungen des Feuers ebenso widersteht wie Kupfer. In Betracht können nur Kupfer-Mischmetalle und Eisen kommen. Die durch das dankenswerte Entgegenkommen des Kupferwerkes Heckmann in Duisburg-Hochfeld ermöglichten Versuche mit Feuerbüchsen und Rohrwänden aus einer Kupfer-Zink-Eisen-Mischung und aus Silizium-Aluminium-Bronze haben leider nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt.

Die 1894/96 angestellten Versuche mit flufseisernen Feuerbüchsen hatten ergeben, dafs die mit den glühenden Kohlen in Berührung kommenden Teile der Feuerbüchswände in der kurzen Zeit von drei bis vier Monaten so zerstört wurden, dafs der Ausbau der Feuerbüchsen nötig wurde, während sich alle mit dem glühenden Heizstoff nicht in Berührung gekommenen Teile tadellos gehalten haben.

Die chemische Untersuchung des zu den Feuerbüchsen verwendeten, aus Krupp'schem Sondereisen hergestellten Bleches ergab, dafs innerhalb der Feuerzone eine starke Durchkohlung des Eisens stattgefunden hatte. So hatte sich der Kohlenstoffgehalt des Eisens in der Mitte des 8^{mm} starken Bleches von 0,01 % auf 0,13 % erhöht. Durch diese Kohlung war eine Härtung des Eisens in derselben Weise herbeigeführt, wie bei der bekannten Einsatz-Härtung, und nun entstanden die Risse, deren überaus grofse Anzahl durch Ätzung der ausgebeulten Teile erkennbar wurde. Die angestellten Zerreifs- und Biegeproben ergaben der Durchkohlung entsprechende Werte für Festigkeits-Zunahme, Dehnungsabnahme und Verringerung des Bruchwinkels. Die Durchkohlung erfolgt bei gasreichen Kohlen schneller, als bei gasarmen; dieser Umstand mag wohl zur Erklärung des verschiedenen Verhaltens flufseiserner Feuerkisten dienen. In allen hier bekannt gewordenen Fällen hatte sich der obere Teil der Rohrwände tadellos gehalten. Diese Erscheinung gab den Anlafs, schon 1896 die Herstellung von Feuerbüchs-Rohrwänden in der Weise vorzuschlagen, dafs der untere der unmittelbaren Feuerwirkung ausgesetzte Teil aus Kupfer, und der vorzugsweise durch die Formänderungen des Kessels beanspruchte obere aus weichem Flufseisen hergestellt würde.

Wegen der etwas ungewöhnlichen Form, die durch den Einbau einer derartigen Rohrwand in eine ältere Feuerbüchse bedingt war, konnte die Zustimmung höhern Ortes erst 1900 erreicht werden, nachdem alle anderen Versuche zu keinem günstigen Ergebnisse geführt hatten. Der Einbau einer aus Kupfer und Flufseisen nach Abb. 4 bis 9, Taf. XXXII hergestellten Rohrwand erfolgte in die ältere, abgenutzte und voraussichtlich nur noch zwei Jahre vorhaltende Feuerbüchse einer mit 12 at arbeitenden, $^2/_3$ gekuppelten Schnellzug-Lokomotive. Diese hat dann noch drei Jahre und zwar bis zur völligen Aufbrauchung der Feuerbüchse unter den ungünstigsten Wasser- und Betriebsverhältnissen Dienst geleistet; die Rohrwand hat während dieser Zeit sehr gut gehalten. Nach dem Ausbaue der Feuerbüchse wurde die Rohrwand einer eingehenden Untersuchung unterzogen, wobei keine Beschädigungen zu finden waren. Während des dreijährigen Betriebes wurde wahrgenommen, dafs die Heizrohre in der Rohrwand aus Kupfer und Flufseisen weit weniger Neigung zum Undichtwerden zeigten als die in rein kupfernen Rohrwänden, ein Umstand, der seine Erklärung durch die geringe Ausdehnung des Eisens findet.

Die gröfste Erweiterung der mit einem Durchmesser von 43^{mm} gebohrten Heizrohrlöcher betrug nach dem Ausbaue $1{,}5^{mm}$. Der in jeder Beziehung gelungene Versuch führte nunmehr zur Anwendung derselben Bauart für die Rohrwand einer mit 14 at arbeitenden $^3/_5$ gekuppelten Schnellzug-Lokomotive.

Die erste kupferne Rohrwand dieser im Juni 1901 in Dienst gestellten Lokomotive zeigte bereits im November 1901 eine gröfsere Zahl von Stegbrüchen. Die Ausbesserung wurde vorab in der früher beschriebenen Weise bewirkt; die Wand mufste jedoch wegen allzugrofser Beschädigung durch Stegbrüche im Januar 1904 ausgebaut werden.

Die Lokomotive verliefs mit der neuen zusammengesetzten Rohrwand im Mai 1904 die Werkstätte und wird bei der Beförderung von Schnellzügen auf der Eifelstrecke Cöln—Trier sehr stark angestrengt.

Die Rohrwand hat sich bis jetzt gleichmäfsig gut gehalten; man kann wohl annehmen, dafs die Bauart den stärksten Anforderungen entspricht, welche im Lokomotivbetriebe vorkommen.

Die Herstellung einer solchen zusammengesetzten Rohrwand bietet für eine einigermafsen leistungsfähige Kesselschmiede keine Schwierigkeiten, die Kümpelung der Platten ist ebenfalls nicht schwer ausführbar. Besondere Sorgfalt ist auf die Ausschärfung des kupfernen Teiles an den Stellen **a** (Abb. 4 und 5, Taf. XXXII) zu legen.

Wird eine neue Feuerbüchse oder gar ein neuer Kessel mit einer zusammengesetzten Rohrwand ausgerüstet, dann empfiehlt es sich, die Formgebung so zu wählen, dafs die Ausschärfungen wegfallen. Zu bemerken ist noch, dafs die Rohrlöcher mit $1{,}5^{mm}$ starken Kupferbüchsen ausgebüchst werden, wie das bei den flufseisernen Rohrwänden wohl ausschliefslich geschieht. Die Verankerung des untern kupfernen Teiles ist durch kupferne, nicht durch flufseiserne Stehbolzen bewirkt, weil die Erfahrung bei eisernen Deckenstehbolzen gezeigt hat, dafs das Gewinde beim Auftreten von Undichtigkeiten abrostet und die Kupferwand über den Nietkopf fortgedrückt wird, ein Umstand, der zur allgemeinen Wiedereinführung der Deckenstehbolzenmuttern bei den Lokomotiven der preufsischen Staatsbahnen geführt hat. Da sich solche Sicherheitsmuttern aber bei den im Feuer liegenden Stehbolzen nicht anwenden lassen, so mufsten kupferne Stehbolzen verwendet werden.

Auswechselung der Träger der Drehöffnung in der Brücke über die Elbe bei Wittenberge.

Mitgeteilt von der Dortmunder Union.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XXXIII und Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXIV.

Die Drehbrücke, welche im Zuge der Eisenbahnstrecke Stendal-Wittenberge mit mehreren Fachwerkbalkenbrücken die Elbe überbrückte, diente zugleich als Strafsen- und Eisenbahnbrücke, und sollte, da sie ihrem Zwecke nicht mehr entsprach, durch eine Fachwerkbalkenbrücke ersetzt werden. Da nun aufser dem regen Strafsenverkehre noch täglich 34 Züge über die Brücke gehen, war die Bedingung gestellt, dafs die Auswechselung innerhalb $3^3/_4$ Stunden bewirkt würde. Hierbei mufsten die Fahrgäste zweier Personenzüge nebst Gepäck in einen jenseits der Brücke stehenden Zug erst über den alten, dann über den neuen Überbau geführt werden, wozu besondere Umsteigerampen vorgesehen wurden. Die zu erledigenden Vorarbeiten waren die folgenden:

Stromabwärts wurde der neue Überbau auf einem Holzgerüste dicht neben dem alten Überbaue hergestellt, gleichzeitig stromaufwärts eine Holzrüstung zum Abbauen des alten Überbaues aufgeschlagen. Von den vier Hauptträgern des alten Überbaues wurde der äufserste stromaufwärts liegende mit dem Steifrahmen über dem Drehpfeiler und den Zugbändern abgebaut, um erstens das Gewicht des alten Überbaues zu verringern, und zweitens an Breite der Hülfsrüstung zu sparen. Alsdann wurden alle Teile der Bewegungsvorrichtung während einiger Betriebspausen entfernt und der alte Überbau auf eichene Klotzlager betriebsfähig gelagert. Um das neue Kammermauerwerk herstellen zu können, war die in Abb. 4, Taf. XXXIII dargestellte vorläufige Gleisunterstützung vorgesehen. Diese war beim Anschlusse an den alten Überbau mit Bolzengelenken versehen, um in möglichst kurzer Zeit gelöst werden zu können.

Die neuen Auflagersteine waren vor der Verschiebung genau verlegt und mit den für das Vergiefsen der Lagerplatten erforderlichen Rillen versehen. Die Auflager des neuen Überbaues lagen bis auf die oberen Kipplatten, welche an den neuen Hauptträger befestigt waren, ebenfalls in ihrer endgültigen Lage auf den Auflagersteinen, waren jedoch noch nicht vergossen, um etwa nötiges Nachrichten zu ermöglichen.

Für die Verschiebung waren für jeden Überbau vier Wagen vorgesehen, welche sich auf Flacheisenschienen bewegten und unter den Hauptträgern befestigt wurden.

Um das vorherige Einbauen der Verschiebewagen unter den alten Überbau zu ermöglichen, wurde dieser während des Betriebes um 9 cm angehoben und das anschliefsende Gleis entsprechend nachgestopft. In dieser Lage verblieb der Überbau bis zur Verschiebung auf der vorerwähnten Unterklotzung ruhend. Auf diese Weise wurden auch die Lagerplatten des Königstuhles soweit frei, dafs sie ohne vorheriges Entfernen des Königstuhles beim Verschieben über diesen hinweggleiten konnten. Das Heben und Senken der Überbauten erfolgte mit Prefswasser-Hebeböcken.

Nach Sperrung des Betriebes für den Verkehr gingen die Auswechselungsarbeiten wie folgt vor sich:

Die beiderseitigen Gleisanschlüsse, sowie die vorläufige Gleisunterstützung zwischen Überbau und Kammermauerwerk wurden gelöst, gleichzeitig wurde zwecks Entfernung der Unterklotzung der alte Überbau angehoben und alsdann wieder gesenkt, bis die Laufwagen auf den Laufschienen aufsafsen.

Der neue eiserne Überbau stand bereits auf seinen Wagen.

Das gleichzeitige Vorwärtsbewegen des alten und des neuen Überbaues geschah mit vier Zahnstangenwinden, die gegen Stahldorne gestellt wurden, welche mit dem Windenhube von 33 cm als Teilung in die Schiene eingesteckt werden konnten. Jede Winde wurde von einem Manne bedient. Die Entfernung, um welche die beiden Überbauten zu verschieben waren, betrug $5{,}25^m$. Das zu bewegende Gewicht des alten Überbaues betrug 100 t, das des neuen 130 t.

Nach unsern Aufstellungen waren für die vollständige Verschiebung und Lagerung der beiden Überbauten von der Verkehrsperrung an gerechnet 3,25 Stunden erforderlich, welche Zeit auch auf die Minute eingehalten werden konnte. Die Gleissperrung erfolgte morgens 9 Uhr, mittags $12^h 15'$ war der neue Überbau endgültig in seiner Achse gelagert.

Die neue Achse war auf der Wittenberger Seite gegen die alte Achse um etwa 1^m verschoben worden, die Gleisverschiebung und die Pafsstücke zum Anschlusse an den neuen Überbau waren seitens der Eisenbahn-Betriebsinspektion Stendal während der Verschiebung vorgenommen und bearbeitet worden.

Die Auswechselung der Überbauten selbst erfolgte am 27. November bei sehr heftigem Sturme.

Die zur Auswechselung nötige Zeit von 3,25 Stunden verteilte sich auf die einzelnen Arbeiten wie folgt:

1.	Entfernen der Gleisanschlüsse und der vorläufigen Gleisunterstützungen, Senken des alten Überbaues auf die Verschiebegleise	25 Min.
2.	Gemeinsames Verschieben des alten und des neuen Überbaues	75 »
3.	Entfernen der Verschiebewagen des neuen Überbaues, Ausrichten des Überbaues und der Lagerplatten, Senken des neuen Überbaues auf die Lager und Herstellung der Gleisanschlüsse .	95 »
	zusammen . .	195 Min.,
	oder 3,25 Stunden.	

Anschliefsend an die Auswechselung wurde die Probebelastung vorgenommen.

Die Lieferung der Teile und die Auswechselungsarbeiten wurden der »Union«, Aktiengesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie in Dortmund von der Eisenbahn-Direktion Magdeburg übertragen.

Der Balken mit elastisch gebundenen Auflagern bei Unsymmetrie mit Bezugnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.

Von **A. Francke**, Baurat in Alfeld a. d. Leine.

(Fortsetzung von Seite 143.)

3. Zwei allgemeine Sätze über den Balken mit elastisch gebundenen Enden mit beliebigen Zwischenstützen P und Einzelbelastungen R.

Bezeichnet b, β stets die Entfernung der Stütze P vom nächsten Auflager, s, σ die Entfernung der Kraft R vom nächsten Auflager, sind also die Zahlen $s, \sigma \leq \delta$, so sind zwischen dem Biegungsmomente M in der Balkenmitte, der Querkraft Q daselbst und den lotrechten Kräften R, P, stets die beiden Beziehungen gültig:

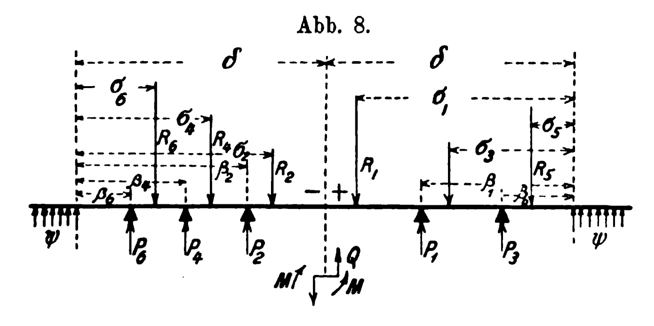
$$\text{Gl. I)} \quad 4\,m\,M\,(1+\delta) + \Sigma P\,(1+\beta)^2 = \Sigma R\,(1+\sigma)^2,$$

$$\text{Gl. II)} \quad -2\,Q\,[\delta] \pm \Sigma P\,[\beta\,\delta] = \pm \Sigma R\,[\sigma\,\delta].$$

In der zweiten Gleichung hat man entsprechend dem Doppelsinn der Querkraft Q auf die Vorzeichen zu achten, hierfür gilt die allgemeine Regel:

Bezeichnet man eine Richtung, etwa die Richtung von links nach rechts, als die + Richtung des Balkens und demgemäfs die eine, rechte Seite vom Mittelpunkte O aus als die + Seite, die andere als — Seite, rechnet man die Querkraft Q als positiv, wenn sie am positiven Ende eines Balkenstückes aufwärts wirkt, so sind in Gleichung II) in $\Sigma P\,[\beta\,\delta]$, $\Sigma R\,[\sigma\,\delta]$ diejenigen Werte P, R mit dem Zeichen + einzusetzen, welche

Abb. 8.



auf der positiven Balkenseite stehen, diejenigen mit —, welche sich auf der — Seite befinden. (Textabb. 8.)

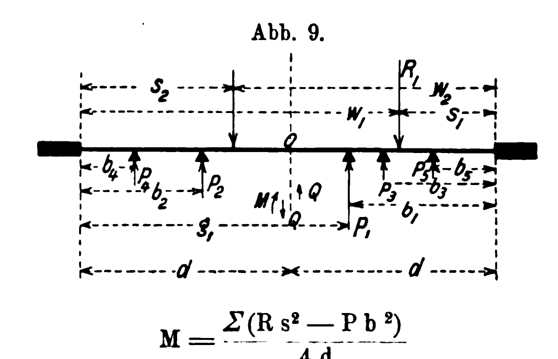
Steht ein Wert P, R genau auf der Mitte im Punkte O, so kann man nach Belieben das Vorzeichen + oder — einsetzen. Setzt man jedoch das Zeichen + ein, so betrachtet man damit R oder P als auf der rechten Seite von O stehend, und demgmäfs versteht man alsdann unter Q die in ihrem positiven Sinne fest bestimmte Querkraft Q_e links von O. Setzt man umgekehrt das Zeichen — ein, so hat man unter Q die Querkraft nach dem Punkte O, rechts von O zu verstehen. (Textabb. 8a.)

Abb. 8a.

Der Beweis für die allgemeine Gültigkeit der beiden Gl. I) und II) ist bereits enthalten in den zu den Textabb. 3) 5) und 6) auf S. 145 bis 147 gegebenen Darstellungen, indem sich die dort gegebenen Gl. 1) und 2) in ihrer Form nicht ändern, wenn beliebig viele Kräfte P, R in Frage kommen und giltig bleiben, wenn $P\,(1+\beta)^2$ und so weiter mit $\Sigma P\,(1+\beta)^2$ vertauscht wird.

Setzt man in den beiden Gl. I) und II) $\psi = \infty$, also $m = \infty$, so erhält man daraus zwei allgemein gültige Gleichungen für den Balken mit eingemauerten Enden bei beliebiger Anordnung fester oder elastischer Zwischenstützen (Textabb. 9).

Abb. 9.



$$M = \frac{\Sigma (R\,s^2 - P\,b^2)}{4\,d}$$

$$-4\,Q\,d^3 \pm \Sigma P\,b^2\,(3\,d - b) = \pm \Sigma R\,s^2\,(3\,d - s) \text{ oder:}$$

$$-4\,Q\,d^3 \pm \Sigma P\,b^2\,(d + g) = \pm \Sigma R\,s^2\,(d + w),$$

während für unendlich kleine Werte ψ, also für die Einsetzungen $m = o$, $\delta = o$, lediglich der statische Zwang des Verschwindens der Summe aller in Betracht kommenden, lotrechten Kräfte bestätigt wird: $\Sigma P = \Sigma R$, $-2\,Q \pm \Sigma P = \pm \Sigma R$ und daher auch $-2\,Q - 2\,\Sigma P_e = -2\,\Sigma R_e$.

Wird hier für endliche Werte m, δ der Balken mit elastisch gebundenen Enden betrachtet, indem man zunächst den einfachsten Fall des Fortfalles aller Mittelstützen ins Auge fafst, so gelten die Gleichungen

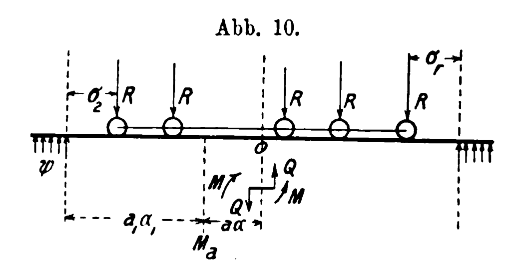
$$M_o = \frac{\Sigma R\,(1+\sigma)^2}{4\,m\,(1+\delta)}$$

$$2\,Q = \frac{\Sigma R_e\,[\sigma\,\delta] - \Sigma R_r\,[\sigma\,\delta]}{[\delta]}$$

wenn in letzterer Gleichung die rechts von O stehenden Lasten mit R_r, die links stehenden mit R_e bezeichnet werden.

Man verschiebe (Textabb. 10) einen gekuppelten Lasten-

Abb. 10.



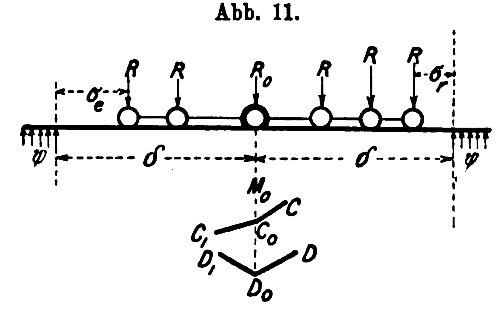
zug R auf dem Träger innerhalb der Endpunkte $A_1\,A_2$. Dann wird für das Biegungsmoment M_o in dem gegebenen Mittelpunkte O des Trägers ein in Bezug auf die Bewegung des Lastenzuges mathematisch ausgezeichneter Wert entstehen, wenn die Bedingung erfüllt wird: $\Sigma R_r\,(1+\sigma_r) = \Sigma R_e\,(1+\sigma_e)$ weil die Differenziale $d\,\sigma_r$, $d\,\sigma_e$ bei gemeinsamer Bewegung des Lastenzuges von entgegengesetzem Vorzeichen sind.

Dieser mathematisch ausgezeichnete Wert mufs stets ein Kleinstwert, kann niemals ein Höchstwert sein, weil die zweite

Abgeleitete $\frac{d^2 \Sigma R (1+\sigma)^2}{d \sigma^2} = + 2 \Sigma R$ stets + ist, mag die Verschiebung im Sinne der + Richtung, oder der — Richtung des Balkens vorgenommen werden.

Steht (Textabb. 11) ein Rad R_o über dem festen Punkte O,

Abb. 11.



so hat man für dieses bei Bildung der Abgeleiteten:

$$\frac{d\{4 m (1+\delta) M_o\}}{d \sigma} = \pm 2 \Sigma R (1+\sigma)$$

den Ausdruck $2 R_o (1+\delta)$ stets mit negativem Vorzeichen zu berücksichtigen, weil für dieses Rad die Entfernung σ vom nächsten Auflager abnimmt, mag nach der einen oder der andern Seite verschoben werden.

Wäre hierbei, was bei sehr ungleichen Lasten an sich möglich ist:

$$R_o (1+\delta) + \Sigma R_e (1+\sigma) = \Sigma R_r (1+\sigma),$$

so würde die Einflufslinie M_o, aufgetragen in der Stellung R_o, in Bezug auf den bewegten Lastzug R den durch den Linienzug $C C_0 C_1$ gekennzeichneten Verlauf haben.

Bei nicht allzu ungleichen Lasten R und namentlich dann, wenn das schwerste Rad R_0 auf den Punkt O geschoben wird, hat die Einflufslinie M_0 beim Übergange des Rades R_0 über O stets den durch den Linienzug $D D_0 D_1$ gekennzeichneten Verlauf. M_0 wird bei Stellung des Rades R_0 über O ein gröfster, jedoch mathematisch nicht ausgezeichneter Wert, die Einflufslinie bildet im Punkte O eine Spitze, M_0 nimmt ab, mag man nach der einen oder der andern Seite verschieben. Wird hierbei der Lastenzug so geordnet, dafs abgesehen vom Rade R_0 die Bedingung erfüllt wird $\Sigma R_e (1+\sigma) = \Sigma R_r (1+\sigma)$, so nimmt M_0 gleich rasch ab, mag man den Zug nach der einen oder andern Seite verschieben.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für aufserhalb der Mitte liegende feste Punkte a. Auch in Bezug auf diese kann allgemein gesagt werden:

Tritt bei Verschiebung eines Lastenzuges ein schweres Rad R_1 über einen festen Punkt *a*, so bildet die Einflufslinie des in bestimmten Punkte *a* erzeugten Biegungsmomentes eine Spitze oder Ecke, keinen mathematisch kleinsten Wert, weil beim Übergange eines Rades über diesen festen Punkt eine Unstetigkeit in der Bildung der Querkraft, also auch des Momentes eintritt. Während also das von einem bewegten, gekuppelten Lastenzuge in einem bestimmten Punkte C erzeugte Biegungsmoment M_c keine mathematisch ausgezeichneten Höchstwerte zeigt, vielmehr die bei Bewegung eines schwersten Rades über den festen Punkt entstehenden gröfsten Werte der Biegungsmomente in bildlicher Darstellung als unstetige Spitzen erscheinen, kann das bei Bewegung eines gegebenen Lastenzuges überhaupt erzeugte gröfste Moment sehr wohl als mathematisch ausgezeichneter Wert festgestellt und berechnet werden, in der Weise, dafs die Einflufslinie M_r auf Grund der Bedingung $d M_r = 0$ bei einer Verschiebung des ganzen Zuges festgestellt wird.

Diese Verhältnisse mögen an einem Zahlenbeispiele beleuchtet werden; δ sei $= 1$, und die Wirkungen zweier Einzellasten $R_1 = R_2$, welche im unabänderlichem Abstande der Winkelzahl 0,8 stehen mögen, sollen ins Auge gefafst werden.

Bewegen sich diese Lasten über die Öffnung (Textabb. 12)

Abb. 12.

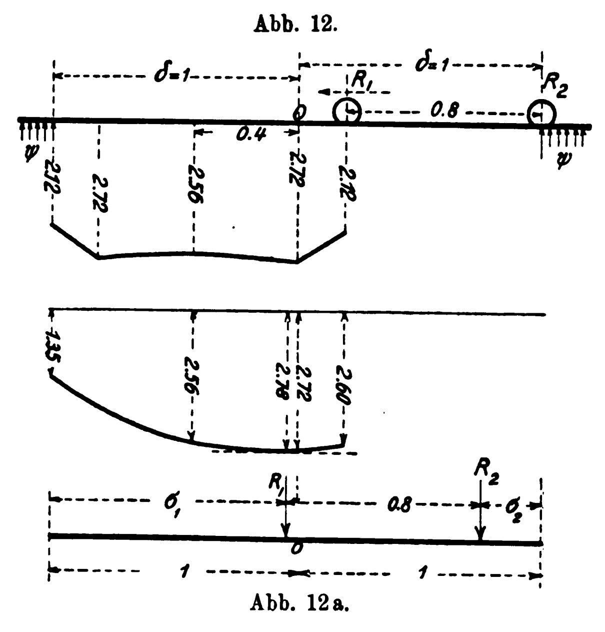


Abb. 12a.

von rechts nach links, und wird das im festen Mittelpunkte *o* erzeugte Biegungsmoment M_0 stets unter R_1 als Höhe aufgetragen, so erhält man das in Textabb. 12 dargestellte Bild, in welchem die eingeschriebenen Zahlen den Wert $4 m M_0$ darstellen.

Trägt man ein zweites Mal (Textabb. 12a) das unter R_1 erzeugte Biegungsmoment M_R stets an der Stelle R_1 auf, so erhält man das dargestellte Bild, in welchem die eingeschriebenen Zahlen den Wert $4 m M_R$ darstellen.

Der gröfste Werte M_R liegt etwas links von O und seine genaue Lage kann, wie folgt bestimmt werden.

Man benutze die Gleichung:

$$4 m M_R = 4 m M_0 + 4 Q_0 (\delta - \sigma_1)$$

in welcher M_0, Q_0 die von R_1 und R_2 in *o* erzeugten Kräfte darstellen, bei den Werten:

$$4 m M_0 = \frac{(1+\sigma_1)^2 + (1+\sigma_2)^2}{(1+\delta)}; \; 2 Q_o = \frac{[\sigma_1 \delta] - [\sigma_2 \delta]}{[\delta]}$$

Schiebt man den Lastzug hin nnd her, differenziert man beispielweise nach σ_1, so erhalten wir

$$\frac{d (4 m M_R)}{d \sigma_1} = \frac{2(\sigma_1 - \sigma_2)}{1+\delta} - 4 Q_0 + 4 (\delta - \sigma_1) \frac{d Q_0}{d \sigma_1}$$

$$\frac{d Q_0}{d \sigma_1} = \frac{1 - \sigma_1{}^2 + 2 \delta (1+\sigma_1) + 1 - \sigma_2{}^2 + 2 \delta (1+\sigma_2)}{[\delta]}$$

und setzt man die Zahlenwerte ein:

$$\delta = 1, [\delta] = \frac{17}{3}, \sigma_1 + \sigma_2 = 1{,}2$$

so erhält man die Zahlengleichung:

$$8{,}024 - 5{,}85\,\sigma_1 - 5{,}6\,\sigma_1^2 + \frac{8}{3}\,\sigma_1^3 = 0$$

nach welcher die reelle Wurzel $\sigma_1 = 0{,}92$ die Lage des gröfsten Wertes $4\,\mathrm{m}\,M_R$ anzeigt mit dem Zahlenwert $4\,\mathrm{m}\,M_R = 2{,}78$.

Dieser überhaupt möglichst grofse Wert 2,78 unterscheidet sich nicht sehr erheblich von dem Momentenwerte $4\,\mathrm{m}\,M_0 = 2{,}72$, und eine noch geringere Abweichung des überhaupt gröfsten Wertes M_R vom gröfsten M_0 findet dann statt, wenn drei Räder, mit einem schweren Rade R_1 in der Mitte, in Frage kommen.

Die Hauptgleichungen I) und II) bleiben auch gültig, wenn man nicht, wie bisher, auf dem Träger aufstehende Einzellasten R als die einzigen Erreger der elastischen Bewegung und der Beanspruchungen ansieht, sondern eine ursprünglich falsche Höhenlage der einzelnen Stützen, der Schwellen ins Auge fafst.

Ist beispielsweise die Höhenlage der Mittelstütze der Text-

Abb. 13.

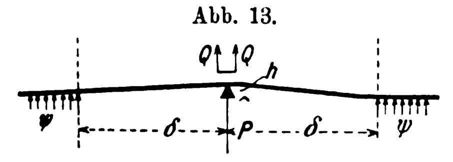


abb. 13 um das Mafs h zu hoch oder auch zu tief, so folgt aus Gl. II) für $R = 0$:

$$Q = -\frac{P}{2}$$

aus Gl. I)

$$4\,\mathrm{m}\,M = -P\,(1 + \delta),$$

während zugleich die Beziehung besteht

$$-4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h + 2\,\mathrm{m}\,M\left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3}\right) = 0.$$

Wird daher in einem Querschwellenoberbau der elastischen Winkelzahl $2\,\delta$, der überall gleichen Schwellenteilung, eine einzelne Schwelle um das Mafs $\pm h$ falsch gelegt, so wird hierdurch der Schwellendruck P verändert um das Mafs:

$$P = \pm \frac{8\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h}{1 + \delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}}$$

und das Biegungsmoment über der Schwelle um das Mafs:

$$M = \mp \frac{2\,(1 + \delta)\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,h}{1 + \delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}}.$$

4. Der Balken mit elastisch gelagerten Enden und zwei elastischen Zwischenstützen.

Zu betrachten ist der in Textabb. 14 dargestellte Balken mit zwei unsymmetrisch gegen die Mitte O liegenden elastischen

Abb. 14.

Einzelstützen der Auftriebe $P_1 = K_1\,y_1$, $P_2 = K_2\,y_2$. Die eingeschriebenen Zahlen δ und so fort bedeuten überall die Winkelzahlen der betreffenden Strecken, und es bezieht sich γ stets auf den gröfsern, β auf den kleinern der beiden Stützenabstände von den Auflagerpunkten.

Als Belastung sind zwei, auf der rechten Seite von O befindliche Einzellasten gezeichnet, von denen R_1 auf der Mittelöffnung R_3 auf der Endöffnung stehen möge.

Indem man wieder die analytische Betrachtung auf den Mittelpunkt O bezieht, findet man für die rechte, belastete Seite die drei Gleichungen:

1) $2\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi - 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \delta) + Q\,(1 + \delta)^2 - P_1\,(1 + \beta_1)^2 + \Sigma R\,(1 + \sigma)^2 = 0$

2) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h + 4\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 - \delta^2) - 2\,Q\left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\,P_1\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) - \Sigma\,2\,R\left(1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) = 0,$

3) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h + 4\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi\,\lambda_1 - 2\,\mathrm{m}\,M\,\lambda_1^2 + \frac{2\lambda_1^3}{3}\,Q - \frac{\psi\,P_1}{\mathrm{m}\,K_1} + \frac{2\,R_1\,\zeta_1^3}{3} = 0,$

während für die linke unbelastete Seite die genau gleich gebauten Gleichungen bei Vertauschung von Q mit $-Q$, φ mit $-\varphi$ und Fortfall der von R abhängigen Werte gelten:

4) $-2\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi - 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \delta) - Q\,(1 + \delta)^2 - P_2\,(1 + \beta_2)^2 = 0,$

5) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h - 4\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi\,\delta + 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 - \delta^2) + 2\,Q\left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\,P_2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) = 0,$

6) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h - 4\,\mathrm{m}^2\,E\,J\,\varphi\,\lambda_2 - 2\,\mathrm{m}\,M\,\lambda_2^2 - \frac{2\lambda_2^3}{3}\,Q - \frac{\psi\,P_2}{\mathrm{m}\,K_2} = 0.$

Diese sechs Gleichungen sind hinreichend und erforderlich, um die sechs unbekannten Werte h, φ, M, Q, P_1, P_2 zu bestimmen; man entfernt wenn man nur die Gröfsen M, Q, P_1, P_2 betrachten will, zweckmäfsig die Werte h, φ von vorn herein aus diesen Gleichungen.

Durch Zusammenzählen von 1) und 4) erhält man hierbei die erste Hauptgleichung:

Gl. I) $4\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \delta) + \Sigma P\,(1 + \beta)^2 = \Sigma R\,(1 + \sigma)^2$

durch Zuzählen der mit $-2\,\delta$ vervielfältigten Gl. 1) zur Gl. 2) wird die Gleichung gefunden:

7) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h + 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \delta)^2 - 2\,Q\,[\delta] + 2\,P_1\,[\beta_1\,\delta] - 2\,\Sigma R\,[\sigma\,\delta] = 0$

und durch Abziehen der entsprechenden, für die linke Seite gültigen Gleichung:

8) $4\,\mathrm{m}^3\,E\,J\,h + 2\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \delta)^2 + 2\,Q\,[\delta] + 2\,P_2\,[\beta_2\,\delta] = 0$

ergibt sich nach Teilung durch 2 die zweite Hauptgleichung:

Gl. II) $-2\,Q\,[\delta] + P_1\,[\beta_1\,\delta] - P_2\,[\beta_2\,\delta] = \Sigma R\,[\sigma\,\delta]$.

Durch Abziehen der Gl. 3) von 8) und Hinzuzählen der mit $-2\,\gamma_1$ vervielfältigten Gl. 4) wird gefunden:

Gl. III) $2\,\mathrm{m}\,M\,(1 + \gamma_1)^2 + 2\,Q\,[\gamma_1\,\delta] + \frac{\psi\,P_1}{\mathrm{m}\,K_1} + 2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_1] = \frac{2}{3}\,\zeta_1^3\,R_1.$

Durch Abziehen der Gl. 6) von 7) und Hinzuzählen der mit $-2\lambda_2$ vervielfältigten Gl. 1) wird gefunden:

$$\text{Gl. IV)}\quad 2\,m\,M\,(1+\gamma_2)^2 - 2\,Q\,[\gamma_2\,\delta] + 2\,P_1\,[\beta_1\,\gamma_2] + \frac{\psi\,P_2}{m\,K_2} = 2\,R_1\,[\sigma_1\,\gamma_2] + 2\,R_3\,[\sigma_3\,\gamma_2].$$

Hiernach kann für jede beliebig auf dem Balken aufstehende Einzellast R die Kräftewirkung ermittelt werden, da beispielsweise für eine auf der linken Seite stehende Last R die entsprechende Betrachtung, die entsprechenden Formeln, wie für die rechte Seite zu Grunde gelegt werden können.

Will man aber etwa die Wirkung eines bewegten, gekuppelten Lastenzuges betrachten, so ist es rechnerisch am übersichtlichsten, den Richtungsinn der Anschauung nicht umzukehren, sondern die ganze Rechnung einheitlich, auf Grund der aus den linken Seiten der Gl. I) bis IV) fliefsenden Determinante durchzuführen, auch für etwa auf der linken Seite des Trägers aufstehende Lasten.

Indem man zu diesem Zwecke in den Gl. 4), 5), 6) die von etwa aufstehenden Lasten R_2, R_4 abhängigen Werte augenscheinlich erhält, ergeben sich die folgenden Gleichungen, welche auf den rechten Seiten der Gleichungen auch die Einflufswerte zweier in der Zeichnung gestrichelt angegebener Lasten R_2, R_4 angeben.

$$\text{Gl. I)}\quad 4\,m\,M\,(1+\delta) + 0 + P_1\,(1+\beta_1)^2 + P_2\,(1+\beta_2)^2 = \Sigma\,R\,(1+\sigma)^2,$$

$$\text{Gl. II)}\quad 2\,Q\,[\delta] - P_1\,[\beta_1\,\delta] + P_2\,[\beta_2\,\delta] = R_2\,[\sigma_2\,\delta] + R_4\,[\sigma_4\,\delta] - R_1\,[\sigma_1\,\delta] - R_3\,[\sigma_3\,\delta],$$

$$\text{Gl. III)}\quad 2\,m\,M\,(1+\gamma_1)^2 + 2\,Q\,[\gamma_1\,\delta] + \frac{\psi\,P_1}{m\,k_1} + 2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_1] = \frac{2}{3}\,\zeta_1^3\,R_1 + 2\,R_2\,[\sigma_2\,\gamma_1] + 2\,R_4\,[\sigma_4\,\gamma_1],$$

$$\text{Gl. IV)}\quad 2\,m\,M\,(1+\gamma_2)^2 - 2\,Q\,[\gamma_2\,\delta] + 2\,P_1\,[\beta_1\,\gamma_2] + \frac{\psi\,P_2}{m\,k_2} = \frac{2}{3}\,\zeta_2^3\,R_2 + 2\,R_1\,[\sigma_1\,\gamma_2] + 2\,R_3\,[\sigma_3\,\gamma_2].$$

Die Determinante dieser Gleichungen für die vier unbekannten Gröfsen, $4\,m\,M$, Q, P_1, P_2, also der allgemeine Nenner für die Ausdrücke dieser Unbekannten, kann geschrieben werden in der Form

$$N = \eta_{1\cdot 2}\,m^2\,k_1\,k_2 + \eta_1\,m\,k_1\,\psi + \eta_2\,m\,k_2\,\psi + (1+\delta)\,[\delta]\,\psi^2.$$

Hierbei folgen η_1, η_2 demselben Bildungsgesetze, wie der entsprechende Wert η des Balkens mit einer Zwischenstütze:

$$\eta_1 = \begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta_1)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta_1\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma_1)^2}{2}, & [\gamma_1\,\delta], & 0 \end{vmatrix} = (1+\delta)\,[\beta_1\,\delta]\,[\gamma_1\,\delta] - \frac{[\delta]\,(1+\beta_1)^2\,(1+\gamma_1)^2}{2}$$

$$\eta_2 = \begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta_2)^2 \\ 0, & [\delta], & +[\beta_2\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma_2)^2}{2}, & -[\gamma_2\,\delta], & 0 \end{vmatrix} = (1+\delta)\,[\beta_2\,\delta]\,[\gamma_2\,\delta] - \frac{[\delta]\,(1+\beta_2)^2\,(1+\gamma_2)^2}{2}$$

während der Wert $\eta_{1\cdot 2}$ die ganze Determinante für $\psi = 0$ vorstellt:

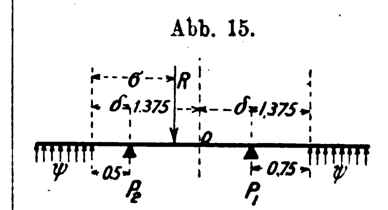
$$\eta_{1\cdot 2} = \begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta_1\,\delta], & +[\beta_2\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma_1)^2}{2}, & [\gamma_1\,\delta], & 0, & 2\,[\beta_2\,\gamma_1] \\ \frac{(1+\gamma_2)^2}{2}, & -[\gamma_2\,\delta], & 2\,[\beta_1\,\gamma_2], & 0 \end{vmatrix}$$

Die zugehörigen Zählerwerte werden auch hier durch Einsetzung der entsprechenden Werte der rechten Seiten der Gleichungen in die betreffende Spalte der Determinante gefunden in der Form:

$$\text{Zähler} = \alpha_{1\cdot 2}\,m^2\,k_1\,k_2 + \alpha_1\,\psi\,m\,k_1 + \alpha_2\,\psi\,m\,k_2 + \alpha_0\,\psi^2.$$

Hiernach kann insbesondere für einen Querschwellenoberbau bei Unsymmetrie, also beispielsweise bei ungleichmäfsig liegenden, ungleichen Spannweiten die Momentwirkung eines oder auch mehrerer Räder gegeben werden. An eine Öffnung = 120 cm schliefse einseitig eine solche von 100 cm, während alle übrigen = 80 cm sein mögen. Ist $m = \frac{1}{80}$, so würde man Textabb. 15 mit den eingeschriebenen Winkelzahlen betrachten können und auf Grund der gegebenen Formeln beispielsweise in ähnlicher Weise wie für das Zahlenbeispiel zu Textabb. 12a (S. 173) das gröfste Moment unter einem Rade R_1 aufsuchen können.

Abb. 15.



Der Hauptwert dieser Unsymmetrie berücksichtigenden Formeln liegt jedoch nach Ansicht des Verfassers keineswegs in der Behandlung von Fällen mit tatsächlich unsymmetrisch ungleichen Öffnungen, sondern vielmehr in der Möglichkeit, bei an sich symmetrischen Oberbauordnungen den Einflufs unsymmetrischer Wirkungsweise der Querschwellen nachweisen zu können.

Die Oberbauordnungen zeigen meistens Symmetrie in Bezug auf die Lage der Schwellen zu den hauptsächlich in Betracht kommenden gröfsten Spannweiten, aber eine Anwendung von Symmetrieformeln, insbesondere die aller in dem Aufsatze: »Einiges über Eisenbahnoberbau«*) gegebenen Formeln beruht auf der Voraussetzung, dafs der symmetrisch zu einer Mittellinie angeordnete Oberbau auch stets vollständig symmetrisch zur Mittellinie wirkt.

Weil nun diese letztere Voraussetzung bei elastischem Schwingen des Oberbaues unter rollenden Lasten jedenfalls nicht allgemein zutrifft, so mufs an der Hand auch unsymmetrische Wirkungsweise verfolgender Betrachtungen untersucht und festgestellt werden, wie weit die einfacheren Symmetrieformeln ausreichen.

Man kann zwar nach den einfachen Formeln für volle Symmetrie sehr leicht für Textabb. 16 die Frage erörtern, wie wird sich das gröfste mafsgebende Biegungsmoment gestalten, wenn beide Stützendrücke P_1 und P_2 stets gleich bleiben, gleichmäfsig etwas anwachsen oder nachlassen, der Einflufs ungleicher Wirksamkeit der Stützen entzieht sich aber der Betrachtung nach jenen einfachen Formeln.

In Wirklichkeit werden die elastischen Auftriebe $k_1\,k_2$ zweier benachbarter Schwellen beim Schwingen des Gleises einander nicht stets gleich bleiben, deshalb soll im folgenden der Balken mit zwei symmetrisch liegenden, ungleich wirkenden elastischen Zwischenstützen noch etwas näher betrachtet werden.

*) Organ 1902, Seite 12, 34, 47 und 67; 1903, Seite 154, 186, 203 und 227.

(Fortsetzung folgt.)

Die augenblicklichen Aufgaben der Elektrotechnik im Eisenbahnwesen.

Von **E. Fränkel,** Regierungs- und Baurat in Breslau.

Die Aufgaben der Elektrotechnik im Eisenbahnwesen sind zur Zeit zweifacher Art, Erzeugung der Zugkraft und Kraftlieferung für Hülfsmaschinen, Beleuchtung und Signale.

Der Anwendung elektrischer Zugkraft auf Hauptbahnen mit schwerem Reisenden- und Güter-Dienste stehen die hohen Erzeugungskosten auf dem Umwege der immerhin ungünstig wirkenden Dampfmaschine entgegen und selbst der billigere Grofsbetrieb in der Dampf-Kraftanlage kann vorläufig auf längere Linien nicht die Verluste der Umsetzung und Leitung der elektrischen Arbeit und nochmalige Umsetzung in mechanische Zugkraft an den Lokomotivrädern wett machen. Zum Unterschiede gegenüber den Strafsenbahnen ist es nicht gleichgültig, ob wie hier etwa 100 P. S. Verlust auftreten, oder der gröfseren Kraft entsprechend 1000 P. S.

Ganz anders liegt die Frage, ob die elektrische Zugkraft nicht zweckmäfsig als Ergänzung der Lokomotivkraft wird eintreten können; diese sinkt bekanntlich auf Steigungen wegen der verringerten Geschwindigkeit und der ungünstigen Dampfwirkung sehr stark. Da auch die aus der Reibung hervorgehende Zugkraft auf Steigungen den Ansprüchen nicht genügt, so ist die mangelnde Leistungsfähigkeit der Dampfbahnen auf hügeligen Strecken wohl erklärt und eine Erhöhung der Leistung hier sehr erwünscht. Wäre nun die betreffende Bahnstrecke aus irgend einem Grunde mit Leitung für elektrische Arbeit versehen, so bedürfte es nur der Ausrüstung zweier Achsen, etwa des Packwagens, mit elektrischen Triebmaschinen, um eine zweckmäfsige, für diesen Fall nicht zu kostspielige Zusatzkraft zu erhalten. Die Verhältnisse hierfür sind im Eisenbahnbetriebe oft gegeben, da wo auf Steigung Vorspannlokomotiven eintreten müssen.

Das Vorhandensein einer elektrischen Starkstromleitung entlang der ganzen Bahnstrecke sollte schon aus Gründen der Betriebsicherheit grundsätzlich gefordert werden, denn bei der heutigen, grofsen Fahrgeschwindigkeit bietet der Starkstrom das einzige zuverlässige Mittel, um durch einen Stromschliefser auf der Lokomotive ein optisches Signal dauernd zu betätigen oder bei Gefahrfällen von der Station aus abzustellen, sei es in Gestalt einer Signalscheibe oder einer Glühlampe. Dafs die oft teilweise, bei Nebel ganz versagenden optischen Signale auf der Strecke ergänzt, wenn nicht überflüssig werden, mag hier nur angedeutet sein.*)

Ist Starkstrom an der Bahn-Strecke einmal vorhanden, so wird er sich füglich in einfachster Weise auch zur Zugbeleuchtung zweckmäfsig und wirtschaftlich verwenden lassen, da die bisherigen Arten an der Vielfacherzeugung des Stromes auf den Zügen, also an hohen Beschaffungs- und Betriebs-Kosten leiden. Nicht minder einfach wird die Frage der Triebwagen zu lösen sein, die seit der Einführung der Benzin-, Serpollet- und ähnlichen Triebmaschinen in raschen Flufs gekommen ist. Die Speicher-Wagen haben wegen ihres hohen Gewichtes und ungünstigen Wirkungsgrades die geringste Verwendung gefunden; dieser Fehler würde beim Vorhandensein einer elektrischen Starkstromleitung an der Bahnstrecke in Fortfall kommen und, da Verzinsung und Tilgung der Leitung zum Teil auf die vorgenannten Betriebseinrichtungen entfällt, für den elektrischen Eisenbahn-Triebwagen eine seiner Eigenart entsprechende, sparsame Anwendung ergeben. Insbesondere könnte im Nahverkehr eine Reihe von Einzelwagen in kurzen Zeiträumen verkehren und so eine recht empfindliche Lücke im Eisenbahn-Verkehrswesen ausgefüllt werden. Es ist dies wohl die dringendste Frage, welche die Eisenbahnverwaltungen augenblicklich zu lösen haben.

In Bezug auf die Sparsamkeit einer derartigen vielseitigen Anlage soll betont werden, dafs auf den Kreuzungsbahnhöfen meist elektrische Anlagen bestehen, die besonders am Tage schlecht ausgenutzt werden, so dafs jede Stromabgabe in dieser Zeit zur Erhöhung ihrer Wirtschaftlichkeit dienen würde, selbst wenn dies zu einem mäfsigen Preise erfolgte. In Bezug auf die Leitung ist bereits oben die Notwendigkeit für den Sicherheitsdienst, sowie die Zweckmäfsigkeit für Vergröfserung der Zugkraft*) und gegebenen Falles zur Beleuchtung dargelegt worden.

Die vier zusammenwirkenden Umstände dürften genügen, um die Frage der Verzinsung und Tilgung der ganzen Anlage zu lösen, wobei nicht aufser Acht zu lassen ist, dafs sich aus dem Triebwagenverkehre kleine Züge entwickeln werden, die bei weiteren Fortschritten der Erzeugung und Anwendung der elektrischen Arbeit einen gesunden allmäligen Übergang zur elektrischen Eisenbahn bieten. Dies könnte jedenfalls mit geringerm wirtschaftlichen Wagnisse geschehen, als die plötzliche Umwandlung einer Dampfbahn in eine elektrische Eisenbahn.

*) Denselben Gegenstand in geschichtlicher Entwickelung behandelt Ingenieur Prasch in der Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, Nr. 61 von 1905; er kommt zu etwas anderen Lösungen und schlägt aufserdem den Betrieb von Drehscheiben, Schiebebühnen, Pumpen, Verschiebelokomotiven und Weichen vor.

*) Hierbei darf nicht unerwähnt bleiben, dafs die Vergröfserung der Zugkraft auch beim Anfahren der Personenzüge zweckmäfsig Verwendung finden kann, wenn ähnlich wie oben ausgeführt, die Packwagen mit Triebmaschinen versehen werden. Das häufige Anfahren bedingt erheblichen Zeitverlust, und die angedeutete Mafsnahme kann zur Beschleunigung der Personenzüge, oder zum öftern Halten der Schnellzüge dienen, was von hohem verkehrstechnischem Werte ist.



Über die Verdampfungsfähigkeit von Lokomotivkesseln.

Von **O. Busse**, Königlichem Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

In meinem Aufsatze »Über die Berechnung der Belastungen von Lokomotiven und die Bestimmung der Fahrzeiten im täglichen Betriebe« *), habe ich zur Bemessung der Verdampfungsfähigkeit des Lokomotivkessels, die alte, früher von mir veröffentlichten Formeln**) gebraucht. Nachdem erstere Arbeit gedruckt war, kam mir in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure***) ein Aufsatz vom Herrn Eisenbahnbauinspektor Strahl zur Kenntnis, in dem die Verdampfungskraft des Lokomotivkessels auf wärmetheoretischer Grundlage berechnet wird. Diese Arbeit erweckte meine Aufmerksamkeit und ich liefs untersuchen, wie sich deren Ergebnisse zu meinen alten auf Versuchen beruhenden Formeln verhalten. Wenn ich dabei solche Beanspruchungen voraussetze, dafs sich für unsere meist gebrauchten Lokomotivkessel der Klasse K genau dieselbe Verdampfungsmenge ergibt, wie aus der alten Formel, so gibt die neue Theorie für kleine Kessel von etwa 2500 l/St. Verdampfung eine kleinere, für die neuen Kessel mit 8000 bis 9000 l/St. aber eine gröfsere Zahl, als die alte Formel. Für kleine Kessel halte ich dies nach meiner langjährigen Beobachtung auch für richtiger, denn kleine Kessel werden, nach der Abnutzung zu urteilen, sicher verhältnismäfsig stärker beansprucht, als die gröfseren. Die bekannt gewordenen Leistungsversuche mit den neuesten sehr grofsen Kesseln haben auch gröfsere Leistungen ergeben, als sich nach meinen alten Formeln herausrechnen liefsen.

Die Berechnung nach der Aufstellung von Strahl ist jedoch etwas umständlich und ich habe deshalb versuchen lassen, sie unter Einführung gewisser Annahmen und Vereinfachungen so umzugestalten, dafs sich die Verdampfung aus der Rostfläche R, der Heizfläche der Feuerkiste H_f und der der Rohre H_r, innen gemessen, berechnen lassen.

Die Wasserverdampfung W in l/St ergibt sich danach zu

$$W = H_f^{qm}\,\frac{12 - \frac{H_f^{qm}}{R^{qm}}}{0{,}025} + H_r^{qm}\,\frac{\left(36 - \frac{H_f^{qm}}{R^{qm}}\right)\left(150 - \frac{H_r^{qm}}{R^{qm}}\right)}{100}$$

oder indem man im zweiten Gliede die Gröfse $\frac{H_f}{R}$ in den Klammern mit dem festen Verhältnisse 5 einführt, noch einfacher

$$W = 40 \,.\, H_f^{qm}\left(12 - \frac{H_f^{qm}}{R^{qm}}\right) + 0{,}31 \,.\, H_r^{qm}\left(150 - \frac{H_r^{qm}}{R^{pm}}\right)$$

Die Zahlenwerte für unsern Kessel Klasse K bei dem R = 1,77 qm, H_f = 9,25 qm, H_r = 78,76 qm sind, ergeben sich zu

$$W = 40 \,.\, 9{,}25\left(12 - \frac{9{,}25}{1{,}77}\right) + 0{,}31 \,.\, 78{,}6\left(150 - \frac{78{,}76}{1{,}77}\right) = 5080 \text{ l/St.}$$

Nach der alten Formel war W = 5047 l/St.

Für den neuesten Kessel Klasse P, welcher R = 3,23 qm, H_f = 12,1 qm, H_r = 192,4 qm aufweist, würde

$$W = 40 \,.\, 12{,}1\left(12 - \frac{12{,}1}{3{,}23}\right) + 0{,}31 \,.\, 192{,}4\left(150 - \frac{192{,}4}{3{,}23}\right)$$

= 9389 l/St., während meine alte Formel blofs 8430 kg gibt.

Auf 1 qm der Heizfläche ist nach der alten Formel W_1 = 41,2 l/St., nach der neuen W_1 = 45,9 l/St.

In den Formeln ist das erste Glied die auf die Feuerkiste, das zweite die auf die Rohre entfallende Verdampfungsmenge. Bemerkenswert ist die grofse Verdampfungsmenge der unmittelbaren Heizfläche, bei Klasse K nämlich 49 % des Ganzen, also noch bedeutend mehr, als früher angenommen wurde.

Auffallend ist, dafs die neue Theorie das Verhältnis der Rohrlänge zum Rohrdurchmesser nicht berücksichtigt. Versuche auf unseren Bahnen mit Kesseln die bei sonst ganz gleichen Abmessungen einmal wenige grofse, das andere mal viele kleine Rohre hatten, ergaben stets für die gröfseren Rohre trotz geringerer Heizfläche bessere Verdampfungskraft, was wahrscheinlich durch gröfsere Beanspruchung und höhern Kohlenverbrauch zu erklären ist. Tatsache ist, dafs man im Betriebe mehr Leistung aus der Lokomotive mit weiteren Rohren und geringere Rohrheizfläche erzielte.

Im ganzen kommt es bei diesen Berechnungen nicht auf mathematisch genaue Werte an, sondern auf Zahlen, welche gute Mittelwerte für den täglichen Eisenbahnbetrieb geben.

Hierfür ist die neue Formel unbedingt zuverlässig, sie ist dabei einfach und übersichtlich und kann deshalb zu allgemeinem Gebrauche empfohlen werden.

*) Organ 1905, S. 123.
**) Organ 1880, S. 16.
***) Z. V. d. I. 1905, S. 717.

Schwellenschraube von Lakhovsky.

Auf Anordnung des französischen Arbeitsministers sind zunächst versuchsweise, aber anscheinend mit gutem Erfolge, Schienen-Befestigungen mit der Schwellenschraube von Lakhovsky*) für hölzerne Querschwellen verwendet, deren Einzelheiten wir hier kurz beschreiben.

Die Schwellenschraube ist in Textabb. 1 lose in das vorgebohrte Loch einer Schwelle eingesetzt dargestellt. Die Schraube B trägt oben den Kopf D mit dem Schlüsselvierkant A, wie üblich, unten Schraubengewinde, auf das eine runde, nach oben kegelförmig verlaufende, mit zwei hohen scharfen Seitenlappen versehene Mutter E geschraubt ist. Um den Bolzen legen sich zwei innen glatte Halbzylinderschalen CC, welche unten mit fünf Widerhaken bildenden Keilnuten versehen sind. Bei der Anlieferung sind diese Schalen mit einem Drahte F (Textabb. 4) um den Bolzen gebunden, damit sie nicht verloren

*) D. R. P.

gehen, und um die Arbeit des Setzens des Bolzens zu erleichtern. Die Schwelle wird etwa 105 mm tief nach dem Durchmesser der Schalen etwa 30 mm weit ausgebohrt, dann nach unten enger ganz durchbohrt, um dem Wasser Ablauf zu geben.

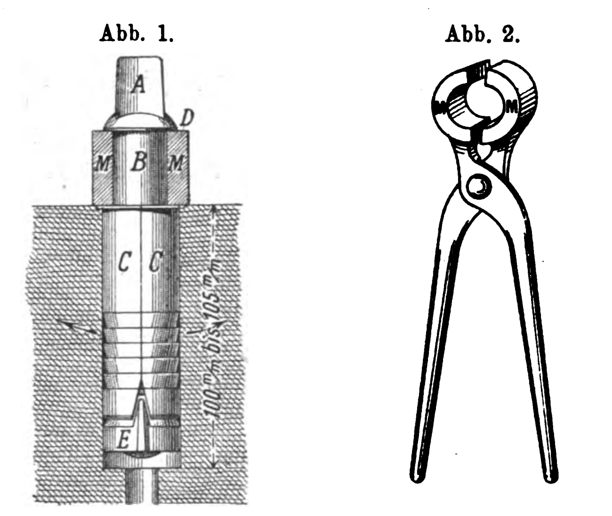


Abb. 1. Abb. 2.

Der Bolzen wird mit einer zylindrischen Zange (Textabb. 2) unter dem Kopfe gefafst, deren Backen M so hoch sind, wie der auf der Schwelle zu befestigende Körper dick ist, beispielsweise wie der Schienenstuhl Textabb. 3, und wird von dieser Zange gehalten mit leichtem Holzhammer eingeschlagen, bis die Oberfläche der Schalen bündig mit der Schwellenfläche ist. Nun wird die Zange abgenommen, der Bolzen aus der Mutter gedreht und aus den Schalen gezogen, dann der zu befestigende Teil aufgelegt und nun der Bolzen wieder fest eingedreht. Dieser hebt die Mutter, die sich wegen des Eingriffes ihrer Ohren zwischen die Schalen nicht drehen kann, die Kegelmutter prefst die Schalen auseinander, und nun drücken sich die Ränder der Keilnuten fest in das Holz, durch allmäliges Nachziehen kann man dieses Einpressen kräftiger gestalten. Das Ganze ist nun unlöslich mit der Schwelle verbunden, und leistet sehr beträchtlichen Widerstand gegen das Ausreifsen, auch in weichem Holze. Das Ausreifsen erfolgt nach den gemachten Versuchen erst bei der Bruchgrenze des Metalles von etwa 7000 kg/qcm, während der gewöhnliche Schraubenbolzen bereits bei 2500 kg/qcm springt.

Die Texabb. 4 bis 6 zeigen, wie Bolzen, Zange, Schwelle und Löcher anzuordnen sind, wenn beispielsweise eine Breitfufsschiene in einer Schwellenkappung befestigt werden soll. Der Kopf D liegt dann einerseits auf dem Schienenfufse, anderseits auf dem Rande der Aufsenschale, so dafs keine Biegung als Folge einseitigen Aufliegens eintreten kann.

Die Versuche der französischen Staatsbahnen mit dem

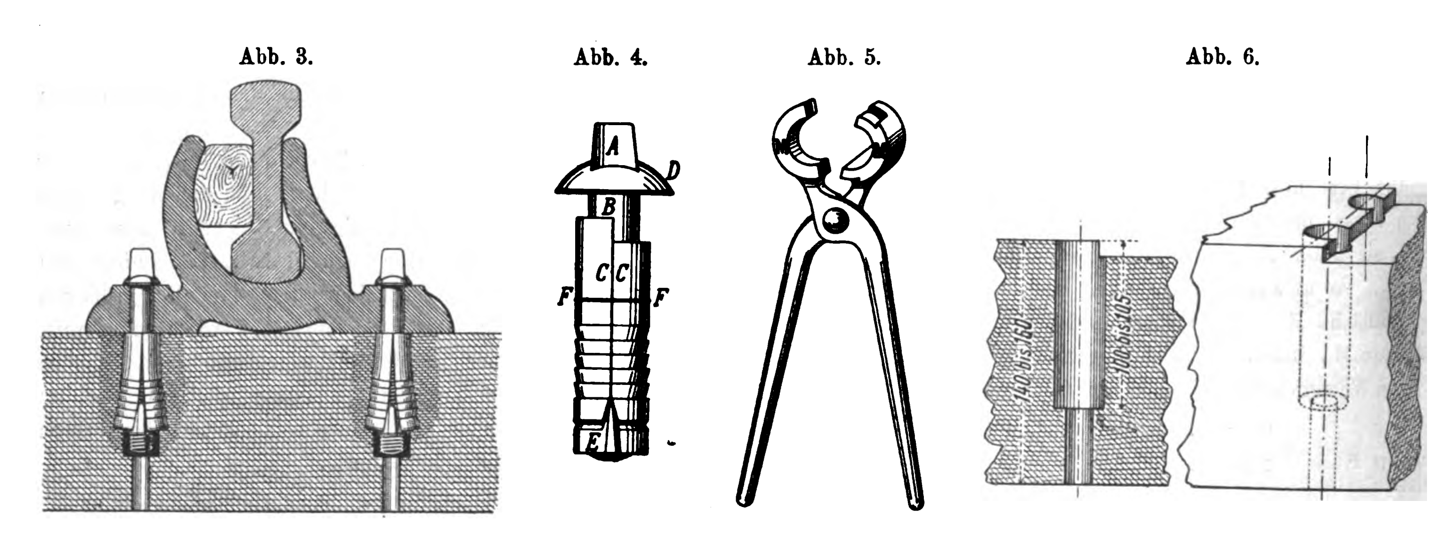


Abb. 3. Abb. 4. Abb. 5. Abb. 6.

Lakhovsky-Bolzen wurden 1901 eingeleitet, ihre Ergebnisse liegen jetzt dem Minister berichtweise vor und sollen dem Vernehmen nach zu weiterer Verwendung führen. Insbesondere haben die Versuche in Weichholzschwellen gezeigt, dafs das Holz in der Umgebung des Loches durch die Wirkung des Auseinandertreibens der Bolzenschale die Eigenschaften von Hartholz annimmt. Bei der grofsen Bedeutung des sichern Haftens, die durch die neuesten Erfahrungen, wahrscheinlich auch durch den Unfall bei Salisbury hell beleuchtet wird, ist dieser Umstand besonders zu betonen, da Weichholzschwellen mehr und mehr verwendet werden müssen.

Bisher scheinen sich die folgenden Umstände als wesentliche Vorteile des Bolzens zu ergeben: Verlängerung der Schwellendauer, Ermöglichung der Verwendung von Weichholz auch unter schwerstem Verkehre, bedeutende Verbilligung der Gleiserhaltungsarbeiten, gröfsere Dauer und daher Verbilligung der Befestigungsmittel selbst.

Probeverwendungen des Bolzens sind seitens der bayerischen Staatseisenbahnen und der österreichischen Südbahn beschlossen, die ungarischen Staatseisenbahnen und die preufsische Militärbahn planen solche.

Wasserkran für 10 cbm Leistung in der Minute.

Von **Chr. Ph. Schäfer**, Geheimem Baurate in Hannover.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 16 auf Tafel XXXV.

Die wechselnde Bedienung der Lokomotiven wird in grofsem Umfange angewendet, und zwar sowohl im Zug-, als auch im Verschiebe-Dienste. Die Einführung dieser Einrichtung bezweckt bessere Ausnutzung der Lokomotiven und dadurch Verminderung des Bedarfes an Lokomotiven.*) Die Erkenntnis, dafs sich die Mehrfachbesetzung in geeigneten Fällen nicht nur im Verschiebe-, Güter- und Nebenbahn-, sondern auch im Personen- und Schnellzug-Dienste empfiehlt, hat sich mehr und mehr Bahn gebrochen. Die Lokomotive ist der Mannschaft, für die die Bestimmungen über die planmäfsige Dienstdauer und die Ruhepausen gewisse Grenzen setzen, an Fahrleistung überlegen. Anzustreben ist eine geregelte Doppelbesetzung**), die in der Regel auch die äufserste Grenze der mehrfachen Besetzung bildet, und die einfache Besetzung.

Fahrten ohne Lokomotivwechsel erfordern eine Ergänzung des Wasservorrates auf Zwischenstationen, während der Vorrat an Heizstoff meist für eine längere Strecke ausreicht, als auf die gründliche Reinigung des Rostes entfällt.

Die gewöhnlichen Wasserkräne, die so aufgestellt sind, dafs die Lokomotiven vor dem Zuge Wasser nehmen können***), genügen in vielen Fällen, um den für die Beendigung der Fahrt erforderlichen Bedarf an Wasser während eines Aufenthaltes zu decken, der für den Verkehr der Reisenden und zur Abfertigung des Gepäckes und der Post ohnehin erforderlich ist.

Beträgt die Strecke, die die Personen- und Schnellzug-Lokomotiven zu durchfahren haben, 150 km und mehr †), oder mufs den Schnellzügen ein Betriebsaufenthalt gegeben werden, der nur zum Wassernehmen der Lokomotiven dient ††), oder ist man gezwungen, die Lokomotiven wegen zu geringen Bestandes längere Strecken durchfahren zu lassen, so macht sich bald das Bedürfnis fühlbar, die Leistung der Wasserkräne zu erhöhen, um die Aufenthaltszeiten möglichst zu ermäfsigen, oder um im Güterzugdienste Zeit zu Verschiebebewegungen zu gewinnen, und um die teuern Ramsbottom'schen Füllvorrichtungen †††) zu vermeiden, die im strengen Winter unter Umständen versagen.

Für gröfsere Leistungen als etwa 4,5 cbm/Min. eignet sich der gewöhnliche Wasserkran nicht.

Der in Abb. 1 bis 4, Taf. XXXV dargestellte Wasserkran †*) hat nun unter Beibehaltung der im übrigen bewährten Bauart folgende Abmessungen erhalten:

Durchmesser des Auslegerrohres im Lichten . . . 275 mm, gegen früher 225 mm,

Durchmesser des Krankopfes im Lichten . . . . 450 mm, gegen früher 430 mm,

lichter Durchmesser der Zuflufsleitungen zu dem Wasserkrane je nach der Länge der Leitungen und der Höhe der Wasserbottiche über S.O. . . . . . 200, 225, 250, 275 und 300 mm, statt früher in der Regel 200 mm,

der Durchmesser der Kransäule oben und der der Schieber in der Grube beträgt . . . . . 200 mm wie bisher,

die Höhe des Krankopfes in seiner Überlaufkante bis Mitte Auslegerrohr beträgt . . . . 637,5 mm gegen früher 437,5 mm.

Die in Betracht zu ziehenden Querschnittsflächen sind auf Tafel XXXV angegeben.

Um beobachten zu können, wie hoch das Wasser im Krankopfe bei einer Leistung von 8 bis etwa 10 cbm/Min. zurückstaut, wurden 50, 100, 150 und 200 mm von seiner oberen Fuge entfernte Löcher von etwa 10 mm Durchmesser gebohrt (Abb. 2, Taf. XXXV). Aus dem untern Loche flofs bei ganz geöffneten Schiebern ein Strahl in einem kleinen Bogen, aus dem mittlern Loche spärlich und aus den obern Löchern spritzte nur stofsweise etwas Wasser. Durch diese Anbohrungen wurde ohne die teure Anbringung von Wasserständen genügend genau ermittelt, dafs das Wasser auch bei reichlichem Zuflusse nicht über eine gewisse Höhe im Krankopfe zurückstaut, weil es durch den Ausleger abfliefst, dafs der Hohlraum des Krankopfes gewissermafsen einen Regler bildet, und dafs das Wasser nach seinem Ausströmen aus dem obern Teile der Kransäule in den Krankopf im Ausleger einen dem Querschnitte des Auslegers entsprechenden Teil, beinahe die Hälfte seiner Geschwindigkeit verliert.

Nach Mafsgabe der Geschwindigkeit im Ausleger kann das Wasser im Krankopfe zurückstauen. Dem Querschnitte des Auslegers mufs die Weite und die Höhe des Krankopfes entsprechen, die Weite zur Erleichterung des Abflusses, die Höhe wegen des Stauens.

Beträgt die Wassergeschwindigkeit in der Kransäule oben 4,5 m, so erhält man beispielsweise $0{,}0314 \,.\, 4{,}5 \,.\, 60 = 8{,}48$ cbm/Min. Wasser. Im Auslegerrohr beträgt die Geschwindigkeit für die gleiche Leistung 2,38 m, denn $0{,}0594 \,.\, 2{,}38 \,.\, 60$ ist wieder $= 8{,}4$ cbm/Min.

Da nun $0{,}0594 \,.\, 0{,}7 \,.\, \sqrt{2\,gh} \,.\, 60 = 8{,}4$, so erhält man $h = 0{,}58$ m als Höhe des zurückgestauten Wassers. Die Höhe von Mitte Ausleger bis zur Kante des Krankopfes, über die Überlaufen möglich ist, beträgt $687{,}5 - 50 = 637{,}5$ mm (Abb. 1, Taf. XXXV), also 57,5 mm mehr als 0,58 m. Da auch bei 10 cbm/Min. Leistung, wie in Öbisfelde, noch kein Überlaufen eintritt, ist für vorliegenden Fall die übliche Ausflufsziffer von 0,7 anscheinend etwas zu niedrig gewählt.

Der Querschnitt des wabenförmigen Ausgusses (Abb. 7, 8

*) Organ, Ergänzungsband XIII, 1903, S. 352.

**) Organ 1893, S. 26.

***) Organ 1898, Heft 6.

†) Die 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven Hannover'scher Bauart laufen 357 km Dortmund—Stendal, 277,5 km Stendal—Gütersloh und 263 km Hannover—Berlin teils mit, teils ohne Wechsel der Mannschaft in Hannover oder Stendal.

††) D-Züge 21 und 22 in Öbisfelde.

†††) Frahm gibt die Kosten einer Anlage ohne die Änderung der Tender zu 200000 M an.

†*) Die Zeichnung des Wasserkranes ist in die Musterzeichnungen der Preufsischen Staatsbahnen aufgenommen.

und 9, Taf. XXXV) beträgt 0,055 qm. Die länglich runde Form wurde gewählt, um die Breite des Wasserstrahles mäfsig zu halten.

Der Krankopf ist im Innern so geformt, dafs dem in den Ausleger fliefsenden Wasser möglichst wenig Widerstand geboten wird (Abb. 5 und 6, Taf. XXXV).

Bei der Ausführung des obern Stückes der Kransäule, das den Krankopf zu tragen hat, ist darauf zu achten, dafs die Rundungen sorgfältig ausgeführt werden (Abb. 4, Taf. XXXV). Die Höhe des Ausgusses ist auf 3,45 m über S.O. gebracht, gegen früher 3,0 m, um den Ausleger über den mit Kohlen gefüllten Schnellzug-Tender wegführen zu können.

Abb. 15 und 16, Taf. XXXV zeigen die Anfahrlängen bei verschiedenen Auslegerlängen, die reichlich grofs sind*). Abb. 11 bis 14, Taf. XXXV zeigen die Schieber, an denen keine Änderungen vorgenommen sind.

Wenn auch der Kran in seiner Grube bereits einen Windkessel erhalten hat, so empfiehlt es sich doch, in verhältnismäfsig langen Zuflufsleitungen insbesondere in der Nähe von Krümmungen von etwa 90° noch einen Windkessel einzubauen (Abb. 10, Taf. XXXV), der geeignet ist, den Wasserstrom bei schnellem Abschliefsen der Schieber unschädlich zu machen, weil in den Leitungen gröfsere Wassermassen mit gröfseren Geschwindigkeiten als früher bewegt werden. Windkessel, die auf ⊥-Stücke aufgesetzt sind, eignen sich hierzu weniger, weil der Strom unter ihnen vorbeifliefst.

Die Zuflufsleitungen werden zweckmäfsig so weit gemacht, dafs die Geschwindigkeit des Wassers in der Regel nicht über 2,5 m/Sek. beträgt, weil die Widerstandshöhen bei den gröfseren Geschwindigkeiten sehr erheblich sind, wie aus Zusammenstellung I hervorgeht, in der $v^{m/Sek.}$ die Geschwindigkeit des Wassers und h^m die Widerstandshöhe für 100 m Rohrlänge bedeuten.

Zusammenstellung I.

Vm/Sek.	h beträgt in m bei Lichtdurchmesser der Leitung mm			
	200	250	275	300
1,5	1,27	1,02	0,92	0,85
2	2,15	1,72	1,56	1,43
2,5	3,25	2,60	2,36	2,17
3	4,54	3,64	3,32	3,03

*) Organ 1898, Tafel XXII.

Die Länge der Leitung vom Behälter bis zu dem östlichen Wasserkrane auf Bahnhof Stendal beträgt beispielsweise 487 m. Für die angenommene Wassergeschwindigkeit von 2 m hat man für 100 m Länge der 275 mm weiten Leitung 1,56 m Widerstandshöhe zu rechnen, demnach für 487 m 4,87 . 1,56 = 7,6 m.

Für sechs Krümmer sind zu rechnen 6 . 0,04 = 0,24 m. Die Oberkante des Kransäulenrohres liegt 4,6355 über S.O. Die erforderliche Druckhöhe für eine Leistung von 7 cbm/Min. Wasser ergibt sich demnach aus folgender Summe:

$$7{,}600 + 0{,}24 + 4{,}6355 + 1{,}5 = 13{,}97 \sim 14^{m},$$

wenn h = 1,5 m.

Nimmt man nämlich 2 m/Sek. Wassergeschwindigkeit in der 275 mm weiten Leitung mit 0,0594 qm Querschnitt an, so beträgt die Wassermenge in der Minute 0,0594 . 2 . 60 = 7,128 cbm.

Die Geschwindigkeit des Wassers mufs dann in der obern Kransäule $\frac{7{,}128}{60 \cdot 0{,}0314} = 3{,}8^{m}$ betragen, um ebenfalls 7 cbm in der Minute zu liefern.

Hierzu genügt eine Druckhöhe von 1,5 m, denn

$$0{,}7 \cdot \sqrt{2\,gh} \text{ ist} = 0{,}7\sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}5} = 3{,}8^{m}.$$

Da die alte Leitung in Stendal mit angeschlossen *ist*, erhält man an dem einen Krane 8 cbm/Min.

Ein weiterer Vorteil des Kranes, der sich nicht *allein* für den Schnellzug-, sondern auch für den Güterzug-Dienst bewährt, ist unter Umständen der, dafs man überall, wo gutes Speisewasser neben einer wagerechten oder wenig geneigten Strecke zu erlangen ist, eine Wasserstation errichten kann, da den Schnellzügen auf Strecken von 200 km Länge wohl stets ein Betriebsaufenthalt von 2 Minuten gegeben werden kann. Der Aufenthalt für nicht mit Luftdruckbremse fahrende Güterzüge würde sich allerdings auf 5 Minuten erhöhen, da die Güterzug-Lokomotiven zum Wassernehmen abkuppeln müssen. Jedoch würde der Aufenthalt auf den Bahnhöfen verringert und Zeit zum Verschiebedienste gewonnen werden. Der Vorteil, den ein vorzügliches Speisewasser gewährt, dürfte in manchen Fällen ausschlaggebend sein*).

*) Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1906, S. 572.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Neue Werkstätten der Louisville und Nashville-Eisenbahn.

(Engineer, 22. September 1905, S. 285. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 6 auf Taf. XXXIV.

Die neueren amerikanischen Werkstätten werden gewöhnlich aufserhalb des Stadtgebietes gebaut, um für spätere Erweiterungen ausreichend Platz zu haben. Die hier zu besprechende Anlage hat einen Flächenraum von 22,3 ha, wovon die Gebäude 5,1 ha einnehmen. Die jährliche Leistung in den einzelnen Abteilungen ist folgende: In der Lokomotivabteilung Unterhaltung und Ausbesserung von 450 Lokomotiven aller Gattungen, sowie einige Neubauten, in der Personenwagenabteilung Neubau von 25 sowie Unterhaltung und Ausbesserung von 450 Personenwagen. Die Güterwagenabteilung kann bei angestrengtem Betriebe 100 Güterwagen täglich ausbessern und 15 neue bauen.

Der für Erweiterung der einzelnen Werkstattsgebäude vorgesehene Platz ist derart bemessen, dafs die Aufnahmefähigkeit nötigenfalls um 33 % erhöht werden kann. In der Nähe der Werkstätten befinden sich verschiedene Lokomotivschuppen. Der Bau eines Rundschuppens mit 44 Ständen steht noch in Aussicht. In dem Lageplane ist der Platz für diesen vorgesehen.

Der Werkstättenhof ist lang und verhältnismäfsig schmal (Abb. 4, Taf. XXXIV). Die Länge beträgt ungefähr 762 m, die gröfste Breite 366 m.

Die Werkstätten für Lokomotiv- und Güterwagen-Ausbesserung nehmen den nördlichen, die für Personen- und Güterwagen-Neubau den südlichen Teil des Hofes ein. Diese beiden Teile werden durch eine Schiebebühnengrube getrennt, welche mit 280,4 m Länge quer über den Hof geht. Die elektrisch angetriebene Schiebebühne ist 22,9 m lang und hat eine Geschwindigkeit von 5,1 m/Sek. Rechtwinklig zur Schiebebühnengrube bewegt sich ein elektrisch angetriebener Laufkran, dessen Laufbahn eine Länge von ungefähr 305 m hat. Dieser bedient die unter ihm befindlichen Lagerhöfe und die einzelnen Metallbearbeitungswerkstätten, welche auf der einen Längsseite der Lagerhöfe liegen. Dieser Kran hat eine Spannweite von 12,25 m und 5,1 m/Sek. Geschwindigkeit. Fast alle Werkstätten haben elektrische Laufkräne von hoher Geschwindigkeit.

In einer Entfernung von 4,75 m vom Rande der Schiebebühnengrube liegen auf jeder Seite zwei grofse Gebäude, von denen das nördliche Lokomotivzusammenbau, Dreherei und Kesselschmiede aufnimmt. Es ist 248,4 m lang und 51,8 m breit. Das Gebäude an der Südseite, in welchem die Personenwagenwerkstatt, die Lackiererei und die Tenderwerkstatt untergebracht sind, ist 147,8 m lang und 36,3 m breit. Alle Metallbearbeitungswerkstätten befinden sich auf dem nördlichen Teile des Werkstättenhofes und die zu verarbeitenden Werkstücke werden am nördlichen Ende ausgegeben, worauf sie in südlicher Richtung durch die einzelnen Werkstätten hindurchgehen. Alle Holzbearbeitungswerkstätten liegen auf dem südlichen Teile. Das Holz wird am südlichen Ende ausgegeben, von wo es seinen Weg durch die einzelnen Werkstätten nach der grofsen Schiebebühne zu nimmt, wo die fertiggestellten Lokomotiven und Wagen abgeliefert worden.

Die erste Werkstatt auf dem nördlichen Ende ist die Giefserei mit 135,3 m Länge und 27,4 m Breite. Der Hauptteil dieses Gebäudes wird mit 97,2 m Länge von der Eisengiefserei eingenommen. Diese hat zwei Kupolöfen mit einer Leistungsfähigkeit von 40,6 t, welche durch einen elektrisch angetriebenen Laufkran von 20,3 t Tragkraft bedient werden. Zum Giefsen von Zylindern ist in den Boden eine Steingrube eingebaut, welche 3,1 m breit und 6,1 m lang ist. Der Raum für die Kastenformerei ist 12,2 m lang und 6,1 m breit. Ferner befinden sich dort eine Putzerei und eine Kernmacherei von 12,2 m Breite und 19,2 m Länge. An dem südlichen Ende des Gebäudes liegt die 17,7 m breite und 27,4 m lange Messinggiefserei. Die Modelltischlerei und das Modelllager sind in einem feuerbeständigen Gebäude untergebracht, welches mit der Giefserei durch ein Gleis von 610 mm Spur verbunden ist. In der Mitte des Gebäudes befindet sich ein Aufzug und die Modelle lagern auf Gerüsten aus alten Heizröhren. Auf der Westseite der Giefserei befindet sich der Lagerhof für Giefsereieisen und der Koksschuppen. Von hier führt ein Gleis von 610 mm Spur zu dem die Bühne der Kupolöfen bedienenden Aufzuge. Der Boden des Aufzuges ist als Drehscheibe ausgebildet, damit die Wagen nach der gewünschten Richtung gefahren werden können. Die Trommeln zum Reinigen kleiner Gufsstücke sind nur nachts im Betriebe. Auf der Ostseite des Giefsereigebäudes befinden sich das Lager für Eisenabfälle und das Gufseisenlager, letzteres wird von dem oben erwähnten elektrischen Laufkrane bestrichen. Neben der Giefserei liegt ein Vorratsraum für die gegenüberliegende Güterwagen-Ausbesserungswerkstätte. Drehgestelle, Räder, Federn und sonstige Teile sind in getrennten Abteilungen untergebracht. Die zum Aufpressen auf die Achsen bereits fertiggestellten Räder lagern aufserhalb des Gebäudes auf Schienen. Weiter nach Süden liegt die Schmiede, welche 122,7 m lang und 45,9 m breit ist. Diese ist in drei Längsschiffe von 12,3 m, 21,3 m und 12,3 m eingeteilt. Im mittlern befinden sich ein 10,2 t Laufkran sowie Maschinen zum Herstellen von Bolzen und Muttern, Pressen zum Verfertigen von Drehgestellrahmen und verschiedenen anderen kleineren Arbeitstücken.

An die Schmiede schliefst sich nach Süden die 248,4 m lange und 51,8 m breite Lokomotivbauhalle. Sie hat 40 Aufstellungsgleise, welche auf die Schiebebühnengrube münden. In dieser Halle befinden sich der Zusammenbau- und Werkzeugmaschinenraum nebst der Kesselschmiede. Die beiden nördlichen Schiffe (Abb. 6, Taf. XXXIV), sind 15,2 m breit, das südliche 21,3 m. Die Gruben der Stände sind 12,2 m lang und 1,2 m breit; sie sind wie die Tragsäulen des Gebäudes in 6,1 m Teilung angeordnet. Der Fufsboden ist aus Beton hergestellt. Die Zusammenbauhalle hat zwei Laufkrane von 101,6 t und 10 t, welche in verschiedenen Höhen angebracht sind (Abb. 6, Taf. XXXIV). Der Werkzeugmaschinenraum im östlichen Teile des Mittelschiffes hat einen 20,3 t, die den südlichen Teil der beiden nördlichen Schiffe einnehmende Kesselschmiede im Mittelschiffe einen 20,3 t und im nördlichen Seitenschiffe einen 3,05 t Laufkran. Im Prefswasser-Nietturme befindet sich ebenfalls ein 20,3 t-Kran. Hinter der Lokomotivbauhalle ist Platz für die Erweiterung der Kesselschmiede. Etwas weiter nördlich befindet sich ein 24,4 m langer und 12,2 m breiter Ölschuppen. Im Freien liegen 12 Ölbehälter von 3,8 m Länge und 2,6 m Durchmesser.

Am südlichen Ende des Hofes sind die Lagerschuppen und Trockenkammern für Holz, das Kraftwerk und die Holzbearbeitungswerkstätte untergebracht. Die Hobelspäne werden den Kesseln des Kraftwerkes zugeführt. Die zweistöckig gebaute Holzbearbeitungswerkstätte ist 79,25 m lang, 24,4 m breit. Sie kann um 30,5 m Länge erweitert werden. Im ersten Stocke befinden sich Tischlerei und Schreinerei. Die östlich von der Holzbearbeitungswerkstätte liegende 91,4 m lange, 41,7 m breite Güterwagenbauhalle kann um 61 m Länge erweitert werden, sie hat 6 Aufstellungs- und 3 Gleise zum Einbringen von Material und kann 42 grofse Güterwagen aufnehmen.

Die Personenwagen-Werkstätte liegt, 147,8 m lang, 54,9 m breit, längs der Schiebebühnengrube und enthält 24 auf die Schiebebühnegrube mündende Aufstellungsgleise in 6,1 m Teilung. Im östlichen Teile des Gebäudes liegen der Drehgestellschuppen und die Polsterwerkstatt, über letzterer die Messingbearbeitung. Der Hauptraum für den Bau der Personenwagen mifst 67,1 m $\times$ 54,9 m und ist mit einem 10,2 t Laufkrane versehen. Der Platz reicht für 22 Personenwagen. Am westlichen Ende befindet sich die 54,9 m lange und 24,4 m breite Tenderwerkstatt, in welcher 15 Tender mit ihren Drehgestellen untergebracht werden können. Zwischen dem Personenwagen- und Tender-

Schuppen liegt die 54,9 m lange, 36,6 m breite Lackiererei für 12 Wagen. Westlich von der Personenwagen-Halle liegt ein dreistöckiges Gebäude mit dem Hauptlager in den beiden unteren, Dienst- und Aufenthalts-Räumen für die Arbeiter im dritten Geschosse.

Die 121,9 m lange, 44,2 m breite Werkstatt für Güterwagen an der östlichen Seite des Hofes hat 2 Hallen und 7 Aufstellungsgleise (Abb. 5, Taf. XXXIV) für 10 Wagen. Auf den Gleisen südlich der Werkstätte finden 325 Wagen mit kleineren Beschädigungen Platz, während sich auf der andern Seite ein offener Hof zur Ausbesserung von 50 Wagen befindet. Auf der westlichen Seite des Hofes ist in der Nähe der Lokomotivbauhalle ein Platz zum Ausbessern von stählernen Güterwagen vorgesehen.

Ein um den Hof laufendes Gürtelgleis dient zur Zu- und Abfuhr von Materialien, Betriebsmitteln und sonstigen Teilen. Von ihm zweigen Gleise für die einzelnen Werkstätten ab. Überall ist elektrische Übertragung in Anwendung. Der Strom wird von drei unmittelbar gekuppelten Dampf-Dynamos gewonnen. Der 15,24 m breite, 42,7 m lange Kesselraum enthält 8 Wasserrohrkessel mit beweglichen Kettenrosten. Der 42,6 m lange, 17,7 m breite Maschinenraum hat einen 5,1 t-Laufkran. Dampfrohre gehen in Kanälen durch die einzelnen Werkstattsräume. Jede Werkstatthälfte hat Ankleide- und Wasch-Räume sowie Aborte, von welchen Abzugkanäle nach zwei grofsen Sammelbehältern führen.

H—t.

Lokomotivschuppen-Anlagen.*)

(Master Mechanics' Association, Juni 1905.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Tafel XXXVI.

Der Ausbildung der Schuppenanlagen wenden die amerikanischen Bahnen besondere Aufmerksamkeit zu. Abb. 9 und 10, Taf. XXXVI zeigen ein Muster einer ausgeführten Anlage zur Abfertigung von etwa 200 Lokomotiven für den Tag bei beschränkter Längenausdehnung. Gleis 1 ist das Einfahrgleis, Gleis 2 das Gleis für die Kohlenzufuhr, Gleis 6 das für Sand- und sonstige Vorrat-Zufuhr. Gleis 3 und 5 dienen zur Abfertigung der einlaufenden Lokomotiven. Bei A werden Kohle und Sand genommen, bei B wird das Feuer herausgezogen und bei C der Tender mit Wasser gefüllt. Zwischen Gleis 3 und 5 befindet sich das 2,74 m tiefer liegende Aschengleis mit Auffahrrampe 1 : 50. Die inneren Schienen der Gleise 3 und 5 ruhen, wie im Querschnitte ersichtlich, auf gufseisernen Pfosten.

Für die Drehscheiben wird ein Durchmesser von 25,9 m empfohlen.**) Der Antrieb der Drehscheiben erfolgt meist durch Gas- oder elektrische Maschinen, oder Prefsluft. In nördlichen Gegenden wird vielfach ein Heizkörper am Rande herum geführt, um bei Bedarf für das Triebwerk der Drehscheibe den fallenden Schnee zu schmelzen, statt ihn fortträumen zu müssen.

*) Organ 1902, S. 108; 1906, S. 79.

**) Die preufsische Staatsbahn baut zur Zeit statt der bisherigen 16 m Drehscheiben vielfach 20 m Drehscheiben ein, vereinzelt geht man bis 22 m.

Maschinen- und Wagenwesen.

Unterschmierung für Lokomotivstangenlager von Oswald Romberg in Hameln a. Weser.

Hierzu Zeichnungen Abb. 15 und 16 auf Tafel XXXVI.

Zur bessern Ausnutzung der Lokomotiven geht man in neuerer Zeit dazu über, sie bedeutend gröfsere Strecken als früher üblich ohne Aufenthalt durchfahren zu lassen, wobei sich aber eine Vergröfserung der Stangenölgefäfse als dringend nötig erweist. Letztere würde aber nach den vorliegenden Erfahrungen einen gröfsern Verlust an Schmieröl im Gefolge haben, da eine Regelung der üblichen Stiftschmiergefäfse im Betriebe nur schwer ausführbar ist. Diese Erwägung führte auf den Gedanken, den Zweck auf einem andern Wege zu erreichen, nämlich das sonst von den Lagern abtropfende und verlorene Schmieröl zum Teil durch eine einfache Vorrichtung wieder aufzufangen und zur Schmierung der Stangenlager auch von unten her zu benutzen.

Die an einer Ausführung in natürlicher Gröfse angestellten Versuche lieferten günstige Ergebnisse, danach ist der in Abb. 15 und 16, Taf. XXXVI dargestellte Stangenkopf entworfen. Die Einrichtung besteht aus dem mit dem Stangenkopfe aus einem Stücke herzustellenden Ölsparer B, in welchem sich das herabtropfende Öl ansammelt, aus der gut wirkenden Ablenkvorrichtung, mittels deren bei schneller Umdrehung des Lagerzapfens ein sicheres Emporschleudern des Öles aus dem Behälter B an den Zapfen erfolgt, und aus der in den untern Teil der Lagerschale eingemeifselten Ansaugerinne E. Durch letztere wird das hochgeschleuderte Öl mittels der durch die Drehung des Zapfens herbeigeführten Luftverdünnung angesaugt und am Zapfen verteilt.

Die Ausführung bietet bei neuen Stangen keine Schwierigkeiten. Die Einrichtung wird sich wahrscheinlich noch dahin ausbilden lassen, dafs man später die oberen Schmiergefäfse auf den Stangenköpfen wird fortlassen und zur Schmierung der Zapfen nur von unten her übergehen können.

Weitere Versuche mit der Einrichtung werden sich empfehlen.

Heifsdampflokomotiven.

(Master Mechanics' Association, Juni 1905.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XXXVI.

Die von den Preufsischen Staatsbahnen mit Erfolg und im gröfsern Mafsstabe eingeführte Verwendung des Heifsdampfes im Lokomotivbetriebe hat nun auch eine Reihe amerikanischer Bahnen veranlafst, Lokomotiven mit Dampfüberhitzern zu beschaffen. Zur Zeit haben in Amerika folgende Bahnen Heifsdampflokomotiven im Betriebe:

Bahn	Zahl	Bauart*)	Überhitzerbauart
New-York Zentral und Hudson-Flufs	1	2/5 S	Schenectady
Erie	2	3/6 S	„ **)
Chicago und Nord-West	1	2/5 S	„
„	1	3/5 G	„
Minneapolis, St. Paul und St. Sealt Mine	1	3/4 Gv	„
Minneapolis, St. Paul und St. Sealt Mine	1	4/5 Gv	„
Canadische Pacific 177 Lokomotiven	1	3/5 G	Schmidt Rauchkammer
„	2	3/5 Gv	„ Heizröhren
„	1	„	Schenectady
„	20	4/5 G	Schmidt Heizröhren
„	21	„	Schenectady
„	106	3/5 P	Verschiedene
„	6	3/6 P	„
„	20	4/5 G	eigene
Delawara, Lackawanna und Western	2	2/4 S	Schenectady
Chicago, Rock Island und Pacific	6	—	„

*) S = Schnellzug-, G = Güterzug-, v = Verbund-Lokomotive.

**) Beschreibung: Organ 1906, S. 23.



Zusammenstellung I.

Versuche mit Heifsdampf-Lokomotiven.

Lfde. Nr.	Bahn	Nafsdampf-Lokomotiven	Heifsdampf-Lokomotiven	Kohlenverbrauch Nafsdampf Zwilling	Kohlenverbrauch Nafsdampf Verbund	Kohlenverbrauch Heifsdampf Zwilling	Kohlenverbrauch Heifsdampf Verbund	Wärme des Heifsdampfes °C.	Art der Versuchsfahrten	Bemerkungen
1	Direktion Hannover	Nr. 11, 2/4 S. v. 4 Zyl. Zylinder: $\frac{2\times320}{2\times520}/600$ mm H = 118,7 qm	Nr. 86, 2/4 S. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer. Zylinder: 460/680 mm H = 105,4 + 28 = 133,4 qm	—	90,5	99	—	300	500 km Versuchsfahrt	Organ 1901, S. 208
		Nr. 38, 2/4 S. v. 4 Zyl. Zylinder: $\frac{460}{680}/600$ mm H = 125,0 qm	—	—	100	100	—	—	—	—
2	„	Nr. 17 und 18, 2/4 S. v. 4 Zyl. wie Nr. 11.	Nr. 439 und 440, 2/4 S. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer. Zylinder: 520/600 H = 105,4 qm	—	90,5	92,0	—	276	rund 1350 km Versuchsfahrt	Organ 1903, S. 14
		Nr. 42, 2/4 S v. wie oben Nr. 38		—	100	—	—	—	—	—
3	„	wie lfde. Nr. 2	wie lfde. Nr. 2	—	$\frac{98}{98}$	100	—	—	2,5 Monate, Betriebsfahrten	„
4	Direktion Berlin	Nr. 49 und 73, 2/4 S. v. wie oben Nr. 38	Nr. 74, 2/4 S. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, wie oben Nr. 439 und 440	—	100	89,5	—	—	3024 km Versuchsfahrt	Organ 1902, S. 78
5	Direktion Halle	Nr. 420 bis 424, 434, 2/4 S. v. wie oben Nr. 38	Nr. 435 bis 440, 2/4 S. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, wie oben Nr. 439 und 440	—	100	87,5	—	—	1 Monat, Betriebsfahrten	Organ 1903, S. 57
6	Direktion Saarbrücken	4/4 G. 520 Zylinder: 530/630 mm H = 153,0 qm	4/4 G. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, Zylinder: 550/660 mm *) H = 140 + 31,8 = 171,8 qm	100	91	83	—	—	2 Monate, Betriebsfahrten	—
		4/4 G. v. Zylinder: $\frac{530}{750}/630$ mm H = 153,0 qm	—	—	—	—	—	—	—	—
7	„	4 Lokomotiven 4/4 G. wie lfde. Nr. 6	4 Lokomotiven 4/4 G. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, wie lfde. Nr. 6	—	100	93,2	—	—	3 Monate, Betriebsfahrten	Organ 1903, S. 37
8	Gotthard-bahn	1 Lokomotive 4/4 G. Zylinder: 520/610 mm H = 158,0 qm	Nr. 144, 4/4 G. Pielock-Überhitzer, Zylinder: 520/610 mm H = 123,5 + 34,5 = 158,0 qm	100	—	83	—	260	je 4 Bergfahrten Eastfeld-Göschenen	—
9	Direktion Breslau	Nr. 4, 2/4 S. Zylinder: 430/600 H = 125,3 qm	Nr. 9, 2/4 S. Pielock-Überhitzer, Zylinder: 430/600 mm H = 104,3 + 21 = 125,39 qm	100	—	87,7	—	260	1920 km Versuchsfahrten	Z. V. D. I. 1904, S. 7
10	„	Nr. 60, 2/4 S. v. Zylinder: $\frac{460}{680}/600$ H = 118 qm	Nr. 54, 2/4 S. v. Pielock-Überhitzer, Zylinder: $\frac{460}{680}/600$ mm H = 97 + 21 = 118 qm	—	100	—	96,5	230	3800 km Versuchsfahrten	„
11	Bayerische Lokalbahn-Aktien-Gesellschaft	1 Lokomotive 3/4 T. v. Zylinder 360/560 H = 74 qm	1 Lokomotive 3/4 T. v. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, Zylinder: 370/560 mm H = 62,6 + 11,7 = 74,3 qm	—	100	—	88,5	bis 300	6 Monate, Betriebsfahrten	Z. V. D. I. 1904, S. 1236
12	Kreisbahn Schlawe-Pollnow-Sydow	Nr. 5, 4/5 T. Zylinder: 320/300 mm H = 52,8 qm	Nr. 6, 4/5 T. Pielock-Überhitzer, Zylinder: 320/300 mm H = 45,7 + 7,1 qm = 52,8 qm	100	—	75,9	—	270	5 Monate, Betriebsfahrten	—
13	Pfälzische Bahnen	Nr. 286 bis 291, 2/5 S. v. 4 Zyl. mit ausschaltbarem Pielock-Überhitzer, Zylinder: $\frac{2\times360}{2\times560}/640$ mm H = 223 qm		—	100	—	91	290	zunächst 100000 km Nafsdampffahrt, dann 100000 km Heifsdampffahrt	—

*) Der Zylinderdurchmesser ist bei späteren Lieferungen auf 600 mm gebracht worden.



Lfde. Nr.	Bahn	Nafsdampf-Lokomotiven	Heifsdampf-Lokomotiven	Kohlenverbrauch Nafsdampf Zwilling	Kohlenverbrauch Nafsdampf Verbund	Kohlenverbrauch Heifsdampf Zwilling	Kohlenverbrauch Heifsdampf Verbund	Wärme des Heifsdampfes ° C.	Art der Versuchsfahrten	Bemerkungen
14	Canadische Pacific-Bahn	Nr. 482, 3/5 G. v. 4 Zyl. Bauart Vauclain Zylinder: $\frac{2\times343}{2\times584}$/610 mm H = 135 qm	Nr. 548, 3/5 G. Schmidt-Rauchkammer-Überhitzer, Zylinder: 457/610 mm H = 93,3 + 28,5 = 121,8 qm (für Nr. 14 bis 16)	—	100	81,5	—	—	8 Monate, Betriebsfahrten	Master Mechanics Association 1905, S. 110
15	„	Nr. 595, 3/5 G. v. Zylinder: $\frac{508}{762}$/610 mm H = 108 qm		—	100	81,5	—	300 bis 370°	4 Monate, Betriebsfahrten	„
16	„	Nr. 616, 3/5 G. Zylinder: 457/610 mm H = 108 qm		100	—	74,5	—	—	5 Monate, Betriebsfahrten	„
17	„	Nr. 996, 997, 3/5 G. v. Zylinder: $\frac{559}{889}$/660 mm H = 202 qm	Nr. 1000, 3/5 G. v. Schmidt-Heizrohr-Überhitzer, Zylinder: $\frac{559}{889}$/660 mm H = 157,5 + 32,5 = 190 qm	—	100	—	$\frac{70}{72}$	—	9 Monate, Betriebsfahrten	„
18	„	Nr. 1319, 3/5 G. v. Zylinder: $\frac{559}{889}$/762 mm H = 256 qm	Nr. 1300, 3/5 G. v. Schenectady-Heizrohr-Überhitzer, Zylinder: $\frac{559}{889}$/762 mm H = 208,2 + 36 = 244,2 qm	—	100	—	$\frac{90}{84}$	—	11 Monate, Betriebsfahrten	„
19	„	Nr. 1200, 4/5 G. v. Zylinder: $\frac{559}{889}$/711 mm H = 184 qm	Nr. 1600, 4/5 G. Schmidt-Heizrohr-Überhitzer, Zylinder: 533/711 mm H = 199,1 + 34,7 = 233,8 qm	—	100	85,5	—	250	4 Monate, Betriebsfahrten	„
			Nr. 1621, 4/5 G. Schenectady-Heizrohr-Überhitzer, Zylinder: 533×711 qm H = 240 + 31,5 = 271,5 qm	—	100	97	—	220	„	„
20	Bergslagernasbahn (Schweden)	Nr. 45, 46 und 51, 2/4 S. Zylinder: 432/610 mm H = 92,5 qm	Nr. 52, 2/4 S, Schmidt-Heizrohr-Überhitzer, Zylinder: 470/610 mm H = 90 + 17 = 107 qm	100	—	70,5	—	—	1 Monat, Betriebsfahrten	Die Lokomotive 1906, S. 19

Als Überhitzerbauarten kommen jetzt drei verschiedene in Anwendung: Erstens der bekannte Schmidt'sche Rauchkammerüberhitzer*), zweitens Heizröhrenüberhitzer, Bauart Schmidt**), Schenectady***), Bauart der Canadischen Pacificbahn und Cockerill, und Pielock†)-Dampfüberhitzer. Die erste Bauart ist besonders auf den preufsischen Staatsbahnen, auf russischen Bahnen und bei der südafrikanischen Bahn in Anwendung. In Amerika ist nur eine Lokomotive der kanadischen Pacificbahn damit versehen. Der Heizröhrenüberhitzer ist zuerst von Schmidt in der in Abb. 1, Taf. XXXVI dargestellten Weise ausgeführt. In jedes der oberen, weiten Rauchrohre von 128 mm Durchmesser ist ein hin- und hergehendes Rohr eingebaut; die entsprechende Dampfverteilung besorgt ein zwischen Dampfrohr und Kreuzrohr eingeschalteter zweikammeriger Kasten.

Diese Anordnung ergibt eine gute Zugänglichkeit der Rauchkammer, gewährte aber nicht die wünschenswerte Höhe der Überhitzung.

In der abgeänderten Schmidt'schen Anordnung (Abb. 2 und 3, Taf. XXXVI) erhielten die Überhitzer eine doppelte Schleife; aufserdem wurden die Rohre in den Kasten nicht von unten, sondern von vorn eingeführt. Das An- und Abbringen wurde hierdurch erleichtert, aber die Rauchkammer wird etwas stärker verbaut. Auch bei dieser Anordnung hat sich bei Anwendung von 22 grofsen und 248 kleinen Heizrohren gegenüber 378 im gewöhnlichen Kessel bei der kanadischen Pacificbahn nicht dieselbe Überhitzung, wie im Rauchkammerüberhitzer erzielen lassen.

Die Schenectady-Werke haben diesen Überhitzer nach Abb. 4 bis 6, Taf. XXXVI abgeändert. In den weiten Heizrohren von 76 mm Durchmesser stecken in ähnlicher Anordnung, wie beim Fieldkessel zwei Rohre von 45 und 25 mm Durchmesser. Die Kammer besteht aus soviel Zellen, wie senkrechte Rohrreihen vorhanden sind. Wegen zu geringer Überhitzung bei dieser Anordnung wurden bei weiteren Ausführungen statt der Fieldrohre zwei Rohrschleifen eingesetzt. Da sich die Heizrohre von 76 mm Durchmesser bei beiden Anordnungen zu leicht durch Asche zusetzten, gingen die Schenectady-Werke zu Heizrohren von 126 mm Durchmesser über, in die dann vier Rohre hineingelegt wurden*).

Schmidt'sche Heizröhrenüberhitzer der ersten Anordnung hat auch die belgische Staatsbahn im Betriebe, ferner auch

*) Organ 1902, S. 56, 75, 93.
**) Organ 1902, S. 56.
***) Organ 1905, S. 23; 1906, S. 67.
†) Organ 1903, S. 150.

*) Abb. Organ 1906, Taf. IX, Abb. 1 und 2.



einen Überhitzer Bauart **Cockerill**, der zu Versuchszwecken beliebig zur Überhitzung des Frischdampfes oder des Zwischendampfes, oder auch beider verwendet werden kann*).

Eingehende Verbrauchsversuche hat insbesondere die kanadische Pacificbahn angestellt. Bemerkenswert ist, dafs diese Bahn auch einige Verbundlokomotiven mit Heifsdampf betreibt, während die preufsischen Staatsbahnen ausschliefslich Zwillingslokomotiven mit **Schmidt**'schem Überhitzer ausrüstet. Von anderen deutschen Bahnen haben nur die pfälzischen Bahnen Heifsdampflokomotiven in gröfserer Zahl beschafft und zwar im Jahre 1904 eine 2/5 gekuppelte Zwillingslokomotive, 1905 sechs und 1906 fünf weitere 2/5 gekuppelte Vierzylinder-Verbundlokomotiven. Alle diese Lokomotiven haben **Pielock**-Überhitzer**). Nach den Erfahrungen im Dampfmaschinenbaue mufs die Heifsdampf-Verbundlokomotive sparsamer arbeiten, als die Heifsdampf-Zwillingslokomotive, und da man für schnell fahrende Züge allgemein zu vierzylindrigen Lokomotiven mit Massenausgleich übergeht, so dürfte die Vierzylinder-Heifsdampf-Verbundlokomotive die Schnellzuglokomotive der Zukunft sein. Um wieviel die Heifsdampf-Verbundlokomotive sparsamer arbeitet, als die gleichartige Heifsdampf-Zwillingslokomotive, ist bisher noch nicht durch einwandfreie Versuche nachgewiesen.

Die Zusammenstellung I gibt einen Überblick über die bis jetzt vorliegenden Versuche, wobei die am teuersten arbeitende Lokomotive jedesmal mit 100 eingesetzt ist.

Zieht man aus Zusammenstellung I die ungefähren Mittelwerte, so stellt sich der Kohlenverbrauch der verschiedenen Lokomotivarten bei Überhitzungen von im Mittel etwa 275° C. wie folgt:

Zusammenstellung II.

Nafsdampf		Heifsdampf	
Zwilling	Verbund	Zwilling	Verbund
100		81	
	100	93	
	100		86

Nimmt man das Verhältnis des Kohlenverbrauches der Zwillings- zur Verbundlokomotive wie 100 : 87 an, so ergeben sich folgende Vergleichsziffern:

Zusammenstellung III.

Nafsdampf		Heifsdampf	
Zwilling	Verbund	Zwilling	Verbund
100	87	81	75

Die Verbund-Heifsdampf-Lokomotive würde also gegen die Zwillings-Heifsdampf-Lokomotive bereits bei etwa 275° Überhitzung $7\frac{1}{2}$% Kohlen ersparen. Bei einer anzustrebenden Überhitzung von 300 bis 350° wird sich diese Ersparnis zweifellos auf 10% erhöhen lassen. M-n.

*) Organ 1905, S. 239; Engineering, 23. Juni 1905, S. 803.
**) Organ 1903, S. 150.

Die Alfree-Steuerung.

(Engineer, 20. Oktober 1905, S. 380. Mit Abb.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8 auf Tafel XXXVI.

Die Alfree-Steuerung ist eine Abart der **Stephenson**-Steuerung; ihre allgemeine Anordnung ist aus Abb. 7 und 8, Taf. XXXVI ersichtlich. Die Welle A wird von der Schwinge aus mit Hülfe eines Gestänges betätigt, das an dem Hebel B angreift. Die beiden Arme C C der Welle tragen eine Achse D, deren mittleres Stück E zweimittig zu den beiden Lagerzapfen ausgebildet ist und durch die Schieberstange hindurchgeht; eine Drehung dieser Achse bedingt also eine wagerechte Verschiebung der Schieberstange. Auf das eine Ende der Achse D ist das Zahnrad F aufgekeilt, das mit dem Zahnbogen G in Eingriff steht. Letzterer dreht sich frei auf der Welle A und wird vom Kreuzkopfe aus mit Hülfe eines aus den Hebeln H, J und K bestehenden Gestänges in schwingende Bewegung versetzt. Die Gröfse des Schieberweges wird also bedingt erstens durch die von der Schwinge abgeleitete Drehbewegung der Welle A, zweitens durch die vom Kreuzkopfe abgeleitete Drehung des zweimittigen Zapfens E.

In Verbindung mit dieser Steuerung wird die aus Abb. 7, Taf. XXXVI näher ersichtliche Anordnung des Schiebers und der Dampfkanäle angewandt. Letztere sind sehr kurz; der Abstand vom Schieberspiegel bis zur Ausmündung in der Zylinderwandung beträgt nur etwa 50 mm. Der Schieber ist als entlasteter Flachschieber ausgebildet; er hat zwei Gleitflächen an den Enden und innere Einströmung.

Durch die beschriebene Steuerung wird erstens eine Beschleunigung der Schieberbewegung während der Freigabe der Kanäle und ferner eine Verzögerung nach erfolgtem Abschlusse erzielt, also eine bessere Dampfausnutzung durch gröfsere Dampfdehnung und Verringerung des Gegendruckes auf den Kolben. Diese Vorteile zeigen sich äufserlich in geringerer Beanspruchung des Kessels und einer Ersparnis an Wasser und Kohlen.

Die Alfree-Steuerung ist bereits bei mehreren Bahnen eingeführt; zur Zeit sind etwa fünfzig Personen- und Güter-Lokomotiven damit ausgerüstet. T.

Krankenwagen der Lehigh Valley-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Januar, Band XL, S. 42.)
Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel XXXVI.

Die Lehigh Valley-Bahn hat seit ungefähr fünf Jahren einen Krankenwagen in Gebrauch, in dem wegen der grofsen Entfernung der nächsten Krankenhäuser die in den Werkstätten und auf den Bahnhöfen in Packerton, Lehighton und Umgegend beschäftigten Angestellten im Falle einer Verletzung behandelt werden. Der Wagen ist in Lehighton aufgestellt, wo Ärzte schnell zu haben sind, und wo auch der Rettungszug bereit gehalten wird. Bei einer schweren Verletzung wird der Kranke nach einer vorläufigen Behandlung aus dem Wagen entfernt und mit einem Eisenbahnzuge nach dem Krankenhause gebracht. Wenn jedoch die Verletzung zu einer Zeit erfolgt ist, wo keine Züge verkehren, und der Kranke sofort nach dem Krankenhause gebracht werden mufs, wird der Wagen mit dem Kranken durch eine Lokomotive fortgeschafft. Bei Unglücksfällen auf

der Strecke wird der Wagen nötigen Falles mit dem Rettungszuge mitgenommen.

Der Wagen hat folgende Abmessungen:

Länge zwischen den Kopfschwellen	14,20 m
Breite	2,87 «
Achsstand der zweiachsigen Drehgestelle	2,13 «
Entfernung von Mitte Drehgestell bis Ende Kopfschwelle	1,52 «
Abstand der Drehgestell-Mitten	11,16 «
Obere Breite	3,05 «
Höhe der Kopfschwellen-Unterkante über S.O.	1,14 «
Gröfste Länge zwischen den Endbühnen	16,03 «
Höhe der Endbühnen über S. O.	1,27 «
Leergewicht	23,4 t

Die Drehgestelle sind von Holz. Die Heizung erfolgt durch Öfen, während der Fahrt durch Dampf, die Beleuchtung mit Petroleumlampen.

Die innere Ausstattung ist von Ahorn und Walnufs. Der Wagen hat zwei Abteile. Das eine enthält einen Ofen, zwei Stühle und drei Betten und dient zur Aufnahme der Verletzten vor und nach der ärztlichen Behandlung, das zweite wird als Behandlungsraum benutzt und enthält einen grofsen Klapptisch, ein Gestell mit Wasserbehältern, zwei Stühle, einen eisernen Behandlungstisch, einen Wasserwärmer und einen auf dem Fufsboden stehenden grofsen runden flachen eisernen Behälter für beschmutzte Tücher, Umschläge und Abfall.

An dem einen Ende dieses Abteiles befinden sich mehrere abgesonderte Räume. Der eine enthält einen Ausgufs, Eimer, Wasserbehälter und Zinngeschirr, ein anderer ist ein Waschraum mit Waschbecken und Abort, ein grofser Raum enthält Tische, Bettzeug, Kleider, Unterkleider, Handtücher, Schienen und Krücken, schliefslich ist ein Raum mit Schubkasten für die feineren Werkzeuge und Hülfsmittel vorgesehen. B—s.

Tenderfüllvorrichtung, Bauart Ivatt.

(Railroad Gazette 1906, Mai, S. 132. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel XXXIV.

Bei den Tenderfüllvorrichtungen gewöhnlicher Bauart findet beim Wassernehmen ein mit der Fahrgeschwindigkeit zunehmendes, gewaltsames Herunterziehen des Mundstückes statt. H. A. Jvatt, Lokomotiv-Ingenieur der englischen Great-Northern-Bahn, ordnet im Fangrohre einen mit einem Kolben ausgerüsteten Zylinder A an, in welchen ein Teil des aufsteigenden Wassers unter Einwirkung einer Kappe hineingetrieben wird. Der auf die mit dem Kolben verbundene Stange a ausgeübte und durch die Hebel b und c auf das Mundstück übertragene Zug bewirkt ein Anheben des letztern, wirkt also dem oben geschilderten Herunterziehen entgegen.

Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung ist der, dafs das Herausheben des Mundstückes aus dem Wasser erleichtert wird. Verläfst die Schaufel den Trog, so wird sie durch die Einwirkung eines Gegengewichtes selbsttätig gehoben. —k.

Beleuchtung der Eisenbahn-Personenwagen mit Gasglühlicht.*)

(Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1906, Februar, S. 99. Mit Abb.; Railroad Gazette 1906, März, S. 87. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 11 auf Tafel XXXIV.

Die in den Abb. 7 bis 10, Taf. XXXIV dargestellte Laterne mit hängendem Glühkörper und Notbrenner wird von dem Werke J. Pintsch in Berlin hergestellt. Der an das Gaszuleitungsrohr d angeschlossene Bunsenbrenner b ist in üblicher Weise in der die Lampe tragenden Fassung a angeordnet. Rohr d ist durch ein Rohr e mit einem in der Fassung liegenden Gehäuse f verbunden, in dem das Ende eines Rohres h um eine winkelrecht zur Lampenachse liegende Achse drehbar ist. Da das Rohr h nach demselben Halbmesser, wie der untere Rand der Lampenfassung gekrümmt ist, legt es sich dicht an den unteren Rand der Fassung, wenn es bei Nichtbenutzung des Notbrenners hochgeklappt ist (Abb. 7, Taf. XXXIV). Am andern Ende des Rohres h befindet sich der als gewöhnlicher Schnittbrenner mit oder ohne Absperrung ausgeführte Notbrenner, Leuchtbrenner, g. Versagt das Gasglühlicht, so wird das Rohr h in die in Abb. 7, Taf. XXXIV durch gestrichelte Linien angedeutete Lage gebracht, wodurch der Gaszutritt zum Bunsenbrenner abgesperrt und ein solcher zum Rohre h geöffnet wird. Der Notbrenner kann dann sofort angezündet, der Ersatz des Glühlichtes durch die Notflamme also rasch und einfach bewirkt werden.

Bei der in Abb. 9 und 10, Taf. XXXIV dargestellten Einrichtung mündet das Gaszuführungsrohr d in das Hahngehäuse f, an das der Bunsenbrenner b unmittelbar angeschlossen ist. Das in diesem Gehäuse drehbare Ende des Rohres h ist bei dieser Einrichtung zu einem Hahnküken i ausgebildet, das bei hochgeklapptem Rohre h die Verbindung zwischen dem Bunsenbrenner und dem Gaszuleitungsrohre d freigibt, dagegen den Gaszutritt zum Rohre h und dem Notbrenner absperrt (Abb. 9, Taf. XXXIV), während bei niedergeklapptem Rohre h der Hahn i den Gaszutritt zum Bunsenbrenner absperrt, dagegen den zum Rohre h freigibt (Abb. 10, Taf. XXXIV). Da auf dem heruntergeklappten Notbrennerschwenkarm eine Notöllampe gesetzt werden kann, so ist die Lampe für Glühlicht, Schnittbrenner und Öl zu verwenden.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird die in Abb. 11, Taf. XXXIV dargestellte Pintsch-Lampe mit hängendem Glühkörper zur Beleuchtung von Personenwagen verwendet. Die Lampe liefert bei gleichem Gasverbrauche dreimal so viel Licht, als die bei über 140000 Wagen zur Verwendung gekommene gebräuchliche Pintsch-Lampe mit Flachbrenner. Glaskuppel und Glühkörper sind in ähnlicher Weise, wie bei der elektrischen Glühlampe mit einander verbunden und gemeinsam auswechselbar, die Glühkörper halten durchschnittlich drei Monate. Die Ausführung dieser Lampen wurde der »Safety Car Heating and Lighting Co.« in New-York übertragen. —k.

*) Organ 1905, S. 32, 1906, S. 104.



Hyden's zweiachsiges Personenwagen-Drehgestell.

(Railroad Gazette, Sept. 1905, S. 297. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 14 auf Tafel XXXVI.

Das von T. N. Hyden entworfene zweiachsige Drehgestell soll die Vorzüge eines dreiachsigen bei geringerm Gewichte und geringeren Herstellungskosten besitzen. Es unterscheidet sich von dem bisherigen hauptsächlich durch den kurzen Achsstand, die Aufhängung der Wiege an den Enden des Rahmens und den längern, jetzt auf vier Wickelfedern wirkenden seitlichen Ausgleichhebel.

Der Rahmen wird durch blechbeschlagene Holzbalken als Kopf- und Seiten-Träger, ferner durch zwei innere, nach unten gekröpfte Querträger aus 38 mm starken Blechen und zwei innere, aus I-Eisen bestehenden Längsträgern gebildet. Die Rahmenteile sind an den Ecken durch schwere Gufsstahlplatten verbunden und durch zwei Armkreuze gegeneinander abgesteift. Das Lager für den Drehzapfen ist zwischen zwei längslaufenden I-Eisen angeordnet, die durch ein drittes, wagerecht eingebautes I-Eisen verstärkt, an den Enden über die zu diesem Zwecke gekröpften inneren Querbalken des Hauptgestelles hinweggeführt und mit den oberen Wiegebalken fest verbunden sind. Letztere sind aus je zwei I-Eisen zusammengesetzt, zwischen denen kräftige Füllstücke aus Eichenholz liegen; an den Enden, wo sie unter den äufseren Längsträgern des Hauptrahmens hindurchgreifen müssen, sind sie niedriger gehalten und tragen hier die an den Längsseiten des Drehgestelles verlaufenden, nach oben gekröpften Verbindungseisen. Die unteren Wiegebalken bestehen aus einem ⊓-Eisen und greifen mittels zweier Gehänge an den Kopfträger und den innern Querträger des Hauptrahmens an.

Die Bremsklötze liegen zwischen den Rädern und werden durch eine gemeinsame Hebelanordnung mit gleichem Drucke angeprefst. T.

Die englischen Lokomotiven im Jahre 1904.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, Nov. 1905, S. 2753. Mit Abb.)

Der wesentlichste Fortschritt besteht in einer weiteren Steigerung der Lokomotivleistung durch Vergröfserung des Kessels und der Feuerkiste.

Bemerkenswert sind folgende Lokomotiven:

Bahngesellschaft	Gattung	Kuppelachsen		Kessel-durchmesser	Heiz-fläche	Zylinder-		Kessel-druck	Dienst-gewicht
		Anzahl	Durchmesser m	m	qm	Durchmesser mm	Hub mm	at	t
Great Northern	Schnellzug	2	1,981	1,676	232	2 Aufsenzylinder 476	610	—	—
" "	Vorortzug	4	1,397	—	97	Aufsenzylinder 508	660	12,3	71,41
London und North Western	Schnellzug	2	2,057	1,537	186,64	Innenzylinder 483	660	12,3	—
North Eastern	Schnellzug	2	2,083	1,676	228,16	Aufsenzylinder 508	711	14	ohne Tender 74
Great Central	Schnellzug	—	2,057	—	177,53	483	660	12,65	—
Great Western	Güterzug	4	1,422	—	213,67	457	762	—	—

Die Midland-Bahn hat bei zwei Lokomotiven die Serve-Rohre wieder gegen glatte Heizrohre ausgewechselt.

An bemerkenswerten Leistungen erzielte die »Great Central-Bahn« mit einer Lokomotive der »Atlantic«-Klasse mit zwei Aufsenzylindern von 508 × 711, 2 Kuppelachsen von 2,083 m Durchmesser eine Geschwindigkeit von 144,8 km/St., eine andere Bahngesellschaft mit einer Lokomotive mit 4 Kuppelachsen von 2,032 m Durchmesser und einer Zuglast von 150 t 164,63 km/St. bei einer Steigung von 1 : 100. Die Leistung letzterer Lokomotive hätte hiernach $\left(2{,}4 + \frac{164{,}63^2}{1300} + 10\right) 150 \frac{164{,}63}{3{,}6} \frac{1}{75} =$ rund 3000 P.S. betragen, was zweifelhaft erscheint. Rgl.

Technische Litteratur.

Die Verarbeitung der Metalle und des Holzes. Von E. v. Hoyer, Geheimer Rat und o. Professor der mechanischen Technologie an der Königl. Bayerischen Technischen Hochschule zu München. Vierte neu bearbeitete Auflage. Wiesbaden 1906, C. W. Kreidel's Verlag. Preis 12 M.

Das aus der Feder eines der bekanntesten Verfasser der unmittelbaren Schule Karmarsch's hervorgegangene Werk ist aus seinen früheren Auflagen den Fachgenossen rühmlich bekannt, auch die neueste Auflage verfolgt die weitgehenden Fortschritte, die die Technologie dieser beiden Stoffe in unserer Zeit macht, eingehendst, und so genügt der Hinweis auf das Erscheinen der neuesten Auflage, um die technischen Kreise auf dieses Ereignis unseres Veröffentlichungswesens aufmerksam zu machen; besondere Empfehlung ist der Geschichte dieses Werkes gegenüber nicht erforderlich.



La Locomotive actuelle. Étude générale sur les types récents de locomotives a grande puissance. Complètement au traité pratique de la machine locomotive par M. Demoulin, ingénieur de la traction. Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Paris 1906, Ch. Béranger, 15 Rue des Saints-Pères. Preis 40 Frs.

Es handelt sich um ein weiteres, grofs angelegtes Werk des auch bei uns wohlbekannten Verfassers*), das die Hauptverhältnisse, die Entwurfsbedingungen, die Ausführung, die Wirtschaft, die Verwendung und die hauptsächlichsten Grundformen der europäischen und nordamerikanischen Lokomotiven behandelt, und zwar unter strenger Berücksichtigung des heute als erprobt Anzusehenden. Der Stoff ist aus weiten Kreisen gesammelt, doch überwiegen französische Ausführungen, unter denen eine Reihe von beachtenswerten Gattungen, beispielsweise 3/7 und 4/6 gekuppelte vorkommen. Auf die Darstellung besonders entwickelter Einzelteile ist besonderer Wert gelegt, die Zeichnungen sind deutlich und klar.

Wir können die vortreffliche Zusammenstellung bestens empfehlen, besonders den Fachgenossen, die sich über die beachtenswerten neuesten Fortschritte des französischen Lokomotivbaues unterrichten wollen.

Grundrifs des Eisenbahnrechtes mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Ein kurz gefafstes Lehrbuch für Juristen, Eisenbahnbeamte und Studierende von Dr. jur. et phil. C. Koehne, Privatdozenten an der Technischen Hochschule Berlin. Berlin 1906, O. Liebmann. Preis 2,0 M.

Das kleine Werk ist stofflich geordnet und behandelt in einer allgemeinen Einleitung, dann in einem Abschnitte über allgemeine Rechtsverhältnisse der Eisenbahnen, ferner in einem solchen über die Rechtsvorschriften für Entstehung der Eisenbahnen und für die Eisenbahnen im Betriebe, schliefslich in einem Anhange über Privatanschlufsbahnen die Rechtsfragen in der Weise, dafs die drei betrachteten Länder in jedem Abschnitte gesondert erscheinen. So stehen sich für denselben Gegenstand geltende Bestimmungen in übersichtlicher Weise unmittelbar gegenüber und lassen sich bequem vergleichen. Eine buchstäblich geordnete Inhaltsübersicht erleichtert den Gebrauch.

Für eine allgemeine Unterrichtung auf diesem Gebiete erscheint das Buch besonders geeignet, da es nicht den vollen Wortlaut der einschläglichen Gesetze, Erlasse und Bestimmungen, sondern eine folgerichtige, kurze Darstellung von deren Inhalte mit den erforderlichen Quellenangaben bringt. Für die juristische Bearbeitung bestimmter Rechtsfragen ist das Buch nicht bestimmt, es eröffnet aber den Überblick über deren Behandlung in den drei Ländern, und bietet so eine gute Einführung auch für den Fachjuristen neben der allgemeinen Unterweisung der technischen, Betriebs- und Verwaltungs-Kreise der Eisenbahnen.

*) Organ 1895, S. 214; 1898, S. 177, 197, 215, 237, 260.

Die wirtschaftliche Entwickelung der preufsischen Staatseisenbahnen. veranschaulicht in Tabellen und graphischen Darstellungen von E. Biedermann, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Magdeburg. Berlin 1906, J. Springer, Preis 3,0 M.

Der Verfasser des Werkes ist auf wirtschaftlich-statistischem Gebiete bereits bekannt*). Hier bestrebt er sich, an der Hand der zahlenmäfsig festgestellten Grundlagen der preufsischen Eisenbahnwirtschaft einerseits die Grundbegriffe dieses Gebietes: Anlagekosten, Grundschuld, Abschreibung, Staatsschuld, Reinüberschufs mit den Mitteln der rechnenden und zeichnenden Mathematik zu klären, anderseits mittels Durchführung dieser Untersuchungen ein Bild von der Lage unserer Eisenbahnwirtschaft zu geben.

Das Werk zeigt wieder einmal, wie klärend die von technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgehende Behandlung dieser Fragen mit den Hülfsmitteln der Mathematik wirkt, und wie sehr sie der rein logischen Untersuchung vom Standpunkte des Verwaltungsbeamten überlegen ist. Das vorliegende Buch kommt zu greifbaren und unanfechtbaren Ergebnissen, während die vielen rein ideologischen Behandlungen solcher Fragen immer anfechtbar bleiben. Deshalb empfehlen wir das Werk dem Eisenbahntechniker wie dem Verwaltungsbeamten zu recht eingehender Kenntnisnahme wärmstens, und zwar auch über die preufsisch-hessischen Kreise hinaus, da Verfahren und allgemeine Grundlagen des Werkes sich auch allgemein verwenden lassen.

A. Himbeck und O. Bandekow, Wie baut und betreibt man Kleinbahnen? München und Berlin 1906. 2,00 M.

Die vorliegende Schrift ist auf Veranlassung des preufsischen Ministers der öffentlichen Arbeiten entstanden und zunächst für den Nichtfachmann geschrieben, der bei der Schaffung von Kleinbahnen beteiligt ist. Von diesem Gesichtspunkte aus mufs die Abhandlung beurteilt werden und in diesem ausgesprochenen Zwecke liegt ihr besonderer Wert. Dafs sich das Buch auf nebenbahnähnliche Kleinbahnen beschränkt, scheint uns bei den wesentlich anders gearteten Vorbedingungen der städtischen Bahnen ein Vorzug zu sein.

Die Mitteilung der bisher gewonnenen Erfahrungen hinsichtlich der Gründung, des Baues, der Verwaltung und des Betriebes werden vielfach Nutzen stiften können. Die beiden letzten Abschnitte über den Betrieb und die Bildung der Beförderungspreise verdienen besondere Erwähnung. Wenn die Verfasser der Anwendung der Vollspur, der Einführung der Triebwagen, sowie der Ausführung der Bahn in eigener Verwaltung unter Heranziehung höherer Techniker an Stelle der Ausführung durch Vergebung im ganzen das Wort reden, so kann man diesen Vorschlägen im allgemeinen zustimmen. Das Büchlein wird auch dem Fachmann manche wertvolle Anregung geben und einer sachgemäfsen Förderung des Kleinbahnwesens dienlich sein. W—e.

*) Organ 1898, S. 151.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 10. Heft. 1906.

Zellen-Wagen für Beförderung von Gefangenen.

Von Courtin, Baurat in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XXXVII.

Die nachstehend beschriebenen, zur Beförderung von Gefangenen und sonstigen Schublingen dienenden Wagen bilden den Ersatz für ältere im Park der Badischen Staatsbahnen befindliche Fahrzeuge gleicher Bestimmung, die schon vor einer längeren Reihe von Jahren in Dienst gestellt, den veränderten Verhältnissen nicht mehr genügten.

Die in solchen »Schub«-Wagen in der Regel zu Befördernden lassen sich im allgemeinen in zwei grofse Gruppen einordnen: Schublinge, bei denen völlige Absonderung von den übrigen Insassen des Wagens auch während der Reise aufrecht zu erhalten ist und solche, bei denen Einzelhaft während der Fahrt nicht geboten, vielleicht nicht einmal angezeigt erscheint. Demnach waren neben Einzelzellen auch gröfsere Gelasse zur Aufnahme ganzer Gruppen von Abzuschiebenden vorzusehen; dazu kamen die Einrichtungen für das Unterkommen der aus zwei Gensdarmen bestehenden Begleitmannschaft und die nötigen Nebenräume, wie Aborte, Gepäckraum, endlich die für ein derartiges Fahrzeug selbstverständlichen Forderungen der Sicherheit gegen Entweichen der Insassen und möglichster Erschwerung der gegenseitigen Verständigung von in verschiedenen Zellen untergebrachten Gefangenen.

Der diesen allgemeinen Gesichtspunkten entprechende, nach dem Entwurfe des maschinentechnischen Bureaus der Generaldirektion erbaute Wagen ist in Abb. 1 bis 6, Taf. XXXVII dargestellt und weist folgende Hauptverhältnisse auf:

Länge über die Buffer . . .	12300 mm
Äufsere Breite des Wagenkastens	3050 «
Äufsere Länge des Wagenkastens	11040 «
Achsstand	8000 «
Anzahl der Achsen	2
Gewicht des Wagens	17800 kg

Nach dem Grundrisse (Abb. 4, Taf. XXXVII) ist der Wagen von einem innern Längsgang in Form eines langgestreckten ⌐ durchzogen, dessen kurze Äste an den in den Ecken der Längswände angeordneten Türen endigen.

Aus Gründen der Sicherheit und Raumersparnis befindet sich in jeder Längswand nur eine Ausgangstür.

Zwei weitere, nur für die Benutzung durch die Zugmannschaft bestimmte Aufsentüren mit Übergangsbrücken befinden sich in den Stirnwänden.

Der ⌐-förmige Gang erweitert sich in der Längsmitte zu einem Vorplatze, der für Aufstellung und Abfertigung der Abzuschiebenden beim Betreten und Verlassen des Wagens dient, und um den herum die einzelnen Innenräume des Wagens liegen.

An den Vorplatz schliefst sich, unmittelbar damit zusammenhängend und in der Längsmitte des Wagens bis zu den Aufsenwänden sich erstreckend, einerseits der Aufenthaltsort für die Begleiter, anderseits der Raum für das Gepäck. Grofse, an diesen Stellen in den Seitenwänden angebrachte Doppelfenster dienen in Verbindung mit den Fenstern in den Seitentüren für die Tagesbeleuchtung des Innern. Die Stirnwandtüren haben keine Fenster.

Im Begleiterraum befindet sich ein Tisch mit einem zum Aufklappen eingerichteten Gaskocher, jederseits des Tisches ein mit Leder überzogener gepolsterter Armstuhl, darüber Netze und Kleiderhaken für das Gepäck der Begleiter und über dem einen Stuhle aufserdem ein Fachgestell zur Aufnahme der Begleitpapiere.

Neben dem einen Sitze ist ein Schränkchen zur Unterbringung der Dienstgewehre angeordnet.

Der Gepäckraum enthält offene Fachgestelle zur Unterbringung der Habseligkeiten der Abzuschiebenden, aufserdem auf der einen Seite unten einen kleinen Verschlag zur Aufnahme von Holz und Kohlen für den mitten im Gepäckraum stehenden Heizofen. Da die Wagen nicht durchweg in Personen-

zügen, sondern vielfach in Güterzügen laufen, mufste neben der Dampf- auch Ofenheizung vorgesehen werden.

An Zellen sind acht vorhanden, und zwar vier Einzelzellen und je zwei Zellen für jeweils vier oder neun Insassen, somit fassen die ganzen Zellenräume 30 zu Befördernde.

Die Einzelzellen sind indes hinsichtlich der verfügbaren Sitzbreite geräumig genug, um zur Not auch je zwei Insassen aufnehmen zu können. Aufserdem befinden sich aufserhalb der Zellen im Vorraume noch vier Klappsitze, die bei starker Besetzung der Wagen zur Aufnahme von der Flucht nicht Verdächtigen benutzt werden können, so dafs ein Wagen bis zu 38 Schublinge fafst.

Die Zellen enthalten einfache hölzerne Sitzbänke, sowie umlegbare, an der Wand befestigte Klapptische zur Aufstellung der Efsgeschirre für solche Insassen, die, auf einem länger dauernden Schube begriffen, unterwegs Verköstigung erhalten. Die Tagesbeleuchtung der Zellen geschieht durch hoch angeordnete Klappfenster mit festen Aufsengittern und Scheiben aus dickem, durchscheinendem Drahtglase.

Bei Nacht werden die Zellen durch Gaslampen erleuchtet, die, nach den Zellen zu mit vergitterten Milchglasscheiben abgeblendet, in den gegen den Innengang gerichteten Zellenwänden sitzen und so in Verbindung mit einer weiteren an der Decke im Vorraume angeordneten Lampe gleichzeitig zur Innenbeleuchtung des Wagens dienen.

In jeder Zelle befinden sich aufserdem je nach der Gröfse ein oder zwei Luftsauger im Wagendache und aufserdem ein Drücker für ein elektrisches Klingelwerk, dessen Nummerntafel in der Nähe der Sitze für die Begleiter angebracht ist.

Die sehr kräftig gehaltenen, wie der übrige innere Einbau der Zellen ganz in Eichenholz ausgeführten Zellentüren haben einen dreifachen Verschlufs, bestehend aus einem widerstandsfähigen, nur mit einem besonderen Schlüssel zu öffnenden, aufsen angeschlagenen Schnappschlosse ohne Drücker und zwei Vorreibern. In Augenhöhe sitzt in jeder Zellentür eine kleine von aufsen durch einen Deckel verschlossene und gegen das Innere der Zelle durch eine starke Spiegelglasscheibe geschützte Beobachtungsöffnung, darunter ein »Efsschalter«, eine mit doppeltem Verschlusse versehene Klappe, mittels deren die Efsnäpfe hinein und heraus gegeben werden, ohne dafs es nötig wäre, die Türen selbst zu öffnen.

Am Boden befindet sich endlich an jeder Zellentür ein von aufsen bedienbarer Luftschieber, durch den in Verbindung mit den oben erwähnten Luftsaugern die Erneuerung der Luft in den Zellen bewirkt wird. Feingelochte Bleche, die in die Schieber eingelassen sind und die sonstige Bauart der letzteren verhindern den Verkehr auf diesem Wege aus der Zelle nach aufsen.

Der Wagenboden besteht aus kräftigen, übereinander gefalzten Eichendielen, zwischen die im Bereiche der Zellen ⊥-Eisen zur Erschwerung von Ausbruchsversuchen eingelegt sind. Demselben Zwecke dienen im Wagendache Flacheisen, welche als Federn in den Nuten der Dachverschalungsbretter liegen.

Die Befestigung der losen Teile in den Zellen, wie z. B. der eisernen Stützen der Klapptische, erfolgte mit im Innern der Zelle halbkugelige Köpfe zeigenden Durchschrauben, mit versenkten oder vernieteten Schraubenmuttern oder anderen Mitteln, die das Lösen ohne Werkzeug oder ohne Anwendung von Gewalt nach Möglichkeit verhindern.

Für die Begleiter und die Gefangenen ist je ein besonderer Abort vorhanden; ersterer enthält aufser dem Abortstuhl eine Wascheinrichtung mit Spiegel.

In beiden Aborten sind Fenster und Luftsauger derselben Art angeordnet wie in den Zellen.

Die grofsen Fenster in den Seitenwänden des Innenraumes und die in den beiden Seitenwandtüren sind zum völligen Herablassen eingerichtet und durch kräftige, mit Regelvierkant verriegelte Gitter verschlossen.

Um Notausgänge zu schaffen, können die Gitter der grofsen Seitenwandfenster nach Entriegelung um ihre obere wagerechte Kante gegen das Innere des Wagens in die Höhe geklappt und in dieser Stellung durch an der Wagendecke sitzende federnde Haken festgehalten werden. Unterhalb der grofsen Fenster an der Aufsenseite der Wagen angebrachte Fufstritte erleichtern das Verlassen auf diesem Wege.

Der Verschlufs der Aufsentüren besteht in dem Zellenschlosse, das von innen nur durch den Schlüssel, von aufsen durch einen gewöhnlichen Drücker geöffnet werden kann. Darunter befindet sich ein von aufsen oder innen zu bedienender Regelvierkant-Verschlufs.

Die Dampfheizung besteht im Wageninnern aus Rohrsträngen, die in den Zellen und im Begleiterraume unter den Sitzen, im Gepäckraume unter den Fenstern angeordnet sind. Die Heizstränge für den Begleiter-, den Gepäckraum und für die rechts und die links daran liegenden Zellen bilden drei getrennte Gruppen, die jede für sich an- oder abgestellt werden kann.

In den Zellen sind die Heizrohre vergittert und an den Durchgangsstellen durch die Trennungswände benachbarter Zellen sorgfältig abgedichtet.

Die Wagen haben Handbremse und Westinghouse-Schnellbremse, deren Notbremseinrichtung in der Nähe der Sitze für die Begleiter angebracht ist.

Der Balken mit elastisch gebundenen Auflagern bei Unsymmetrie mit Bezugnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.

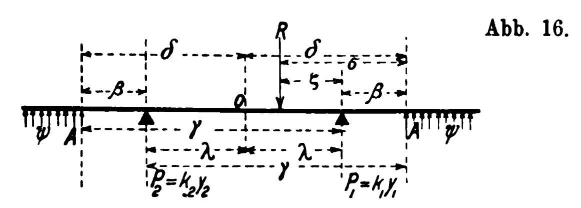
Von **A. Francke,** Baurat in Alfeld a. d. Leine.

(Fortsetzung von Seite 172.)

5. Der Balken mit zwei symmetrisch liegenden, ungleich wirkenden elastischen Zwischenstützen.

Wir können auf diesen Balken (Textabb. 16) die allgemeinen, oben gegebenen Formeln beziehen unter der Voraus-

Abb. 16.



setzung $\beta = \beta_1 = \beta_2$ und so fort, und erhalten, wenn wir hier nur die Wirkungen eines einzigen Rades R_1 betrachten wollen, unter dem Einflusse ungleicher unsymmetrisch schwankender Auftriebkräfte $k_1\,k_2$ der beiden symmetrisch liegenden Einzelstützen die vier Gleichungen:

Gl. I) . $4\,m\,M + (P_1 + P_2)(1+\beta)^2 = R\,(1+\sigma)^2$,

Gl. II) . . . $2\,Q\,[\delta] + (P_2 - P_1)[\beta\delta] = -R\,[\sigma\delta]$,

Gl. III) $2\,mM\,(1+\gamma)^2 + 2\,Q\,[\gamma\delta] + \dfrac{\psi\,P_1}{m\,k_1} + 2\,P_2\,[\beta\gamma] = \dfrac{2\,\zeta^3}{3}\,R$,

Gl. IV) $2\,m\,M\,(1+\gamma)^2 - 2\,Q\,[\gamma\delta] + 2\,P_1\,[\beta\gamma] + \dfrac{\psi\,P_2}{m\,k_2} = 2\,R\,[\sigma\gamma]$.

Aus diesen folgt der Wert des in 0 erzeugten Momentes M:

$$4\,mM = \frac{\mu_{1\cdot2}\,m^2 k_1 k_2 + \mu_1\,mk_1\,\psi + \mu_2\,mk_2\,\psi + (1+\sigma)^2\,[\delta]\,\psi^2}{\eta_{1\cdot2}\,m^2 k_1 k_2 + \eta\,(mk_1 + mk_2)\,\psi + (1+\delta)\,[\delta]\,\psi^2},$$

wenn $\eta = (1+\delta)\,[\beta\delta]\,[\gamma\delta] - \dfrac{[\delta]\,(1+\beta]^2\,[1+\gamma]^2}{2}$

$$\eta_{1\cdot2} = \begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta)^2, & (1+\beta)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta\delta], & +[\beta\delta] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & [\gamma\delta], & 0, & 2\,[\beta\gamma] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & -[\gamma\delta], & 2\,[\beta\gamma], & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta)^2, & 2\,(1+\beta)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta\delta], & 0 \\ 0, & 2\,[\gamma\delta], & -2\,[\beta\gamma], & 0 \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & -[\gamma\delta], & 2\,[\beta\gamma], & 2\,[\beta\gamma] \end{vmatrix}$$

$$= 4 \cdot \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta)^2 \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & [\beta\gamma] \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} [\beta\delta], & [\delta] \\ [\beta\gamma], & [\gamma\delta] \end{vmatrix}$$

$$= \{4\,(1+\delta)\,[\beta\gamma] - 2\,(1+\gamma)^2\,(1+\beta^2\}\{[\gamma\delta]\,[\beta\delta] - [\delta]\,[\beta\gamma]\}$$

ist, der Zähler aber durch:

$$m^2 k_1 k_2 \begin{vmatrix} (1+\sigma)^2, & 0, & (1+\beta)^2, & (1+\beta)^2 \\ -[\sigma\delta], & [\delta], & -[\beta\delta], & [\beta\delta] \\ \frac{2\,\zeta^3}{3}, & [\gamma\delta], & \frac{\psi}{m\,k_1}, & 2\,[\beta\gamma] \\ 2\,[\sigma\gamma], & -[\gamma\delta], & 2\,[\beta\gamma], & \frac{\psi}{m\,k_2} \end{vmatrix}$$

dargestellt wird, sodafs also:

$$\mu_1 = \begin{vmatrix} (1+\sigma)^2, & 0, & (1+\beta)^2 \\ -[\sigma\delta], & [\delta], & -[\beta\delta] \\ \frac{2\,\zeta^3}{3}, & [\gamma\delta], & 0 \end{vmatrix}, \quad \mu_2 = \begin{vmatrix} (1+\sigma)^2, & 0, & (1+\beta)^2 \\ -[\sigma\delta], & [\delta], & [\beta\delta] \\ 2\,[\sigma\gamma], & -[\gamma\delta], & 0 \end{vmatrix}$$

ist und $\mu_{1\cdot2}$ die Determinante des Zählerwertes für $\psi = 0$ darstellt.

Für den doppelten Wert 2 Q der in 0 erzeugten Querkraft Q gilt der Zähler:

$$m^2 k_1 k_2 \begin{vmatrix} 1+\delta, & (1+\sigma)^2, & (1+\beta)^2, & (1+\beta)^2 \\ 0, & -[\sigma\delta], & -[\beta\delta], & +[\beta\delta] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & \frac{2}{3}\zeta^3, & \frac{\psi}{m\,k_1}, & 2\,[\beta\gamma] \\ \frac{(1+\gamma)^2}{2}, & 2\,[\sigma\gamma], & 2\,[\beta\gamma], & \frac{\psi}{m\,k_2} \end{vmatrix}$$

$$= a_{1\cdot2}\,m^2 k_1 k_2 + a_1\,m\,k_1\,\psi + a_2\,m\,k_2\,\psi - (1+\delta)\,[\sigma\delta]\,\psi^2.$$

Die Verhältnisse entsprechender Zähler- und Nennerwerte haben stets eine ganz bestimmte Bedeutung.

Es gelten die Werte:

$$\frac{\mu_{1\cdot2}}{\eta_{1\cdot2}} = 4\,m\,M; \quad \frac{a_{1\cdot2}}{\eta_{1\cdot2}} = 2\,Q$$

für den Fall fester, unelastischer Mittelstützen P_1, P_2.

Die Werte: $\dfrac{\mu_1}{\eta_1} = 4\,m\,M$; $\dfrac{a_1}{\eta_1} = 2\,Q$

entsprechen dem Fortfalle der Stütze P_2 bei fester, unelastischer Stützung P_1, während umgekehrt die Werte:

$$\frac{\mu_2}{\eta_2} = 4\,m\,M; \quad \frac{a_2}{\eta_2} = 2\,Q$$

für den Ausfall der Stütze P_1 bei fester, unelastischer Stützung P_2 gelten würden.

Der Sonderfall, $k_1 = k_2 = \infty$, $\beta = 0$

$$\frac{\mu_{1\cdot2}}{\eta_{1\cdot2}} = 4\,m\,M,$$

welcher beim Langschwellenoberbau dem Einschieben eines Durchlasses mit festen, unelastischen Widerlagern entsprechen würde, hat eine allgemeine praktische Bedeutung, weil er den auf festen Widerlagern gelagerten Balken mit elastisch gebundenen Enden darstellt. Wird beispielsweise ein Holz- oder Eisenbalken über zwei feste, steinerne Widerlager gestreckt und auf diesen etwa durch Schrauben in seiner lotrechten Bewegung gehemmt, so ist die Bedingung $y = 0$, oder damit gleichwertig $k_1 = \infty$, $k_2 = \infty$ für die Auflagerkanten zwar genau genug erfüllt, aber die Bedingung $\dfrac{dy}{dx} = 0$, oder damit gleichwertig $\psi = \infty$ ist in der Regel überhaupt nicht erfüllt und man rechnet daher häufig recht ungenau, wenn man derartige Balken als Balken mit undrehbaren, fest eingemauerten Enden behandelt. Zu genauen und mit der Wirklichkeit übereinstimmenden Ergebnissen wird aber die Betrachtung elastisch gebundener Enden, also die Annahme $k_1 = k_2 = \infty$ bei bestimmtem Werte ψ führen, welche für $\psi = 0$ den Balken mit

freibeweglichen, für $\psi = \infty$ den Balken mit undrehbaren Enden darstellt.

Die Werte:

$$\frac{\mu_{1 \cdot 2}\, m\, k_1 + \mu_2\, \psi}{\eta_{1 \cdot 2}\, m\, k_1 + \eta_2\, \psi} = 4\, m\, M,$$

$$\frac{\alpha_{1 \cdot 2}\, m\, k_1 + \alpha_2\, \psi}{\eta_{1 \cdot 2}\, m\, k_1 + \eta_2\, \psi} = 2\, Q$$

entsprechen einer unendlich festen Stützung P_2, $k_2 = \infty$, bei elastischer Stützung P_1, $k_1 \gtrless {0 \atop \infty}$, die Betrachtung dieser Werte ist daher geeignet, den Einflufs zufälliger, harter, fester Lagerung einer einzigen Querschwelle nachzuweisen.

Wird beispielsweise ein Querschwellenoberbau der unveränderlichen Schwellenteilung $d = 90$ cm betrachtet, ist k im Durchschnitte = 9000 kg, also $\psi = 100$, $J = 820\ cm^4$, $E = 2000000$ kg/qcm, so würde gemäfs Textabb. 16, weil $m = 90\ cm^{-1}$, $\delta = 1$ wird, $\beta = \frac{1}{2}$, $\gamma = \frac{3}{2}$ einzusetzen sein, und man erhält als allgemeinen Nenner der Ausdrücke der von R hervorgebrachten Wirkungen:

$$N = 9{,}35\, m^2\, k_1\, k_2 + 16{,}71\, (mk_1 + mk_2)\, \psi + \frac{34}{3}\, \psi^2,$$

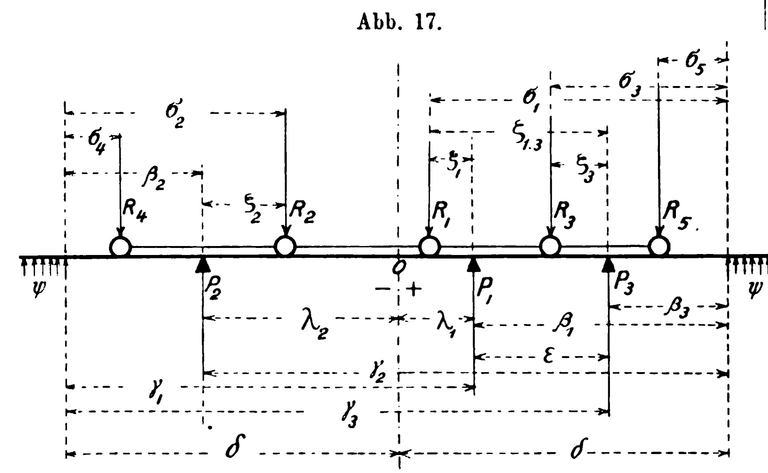
während der zugehörige Zähler von der Stellung σ der Last abhängig ist.

Während im Nenner bei symmetrischer Stützenlage stets $\eta_1 = \eta_2$ wird, sind im Zähler die Werte μ_1 und μ_2 im allgemeinen verschieden, sie werden nur gleich bei symmetrischer Laststellung, also bei Mittelstellung einer einzigen Last. Die Werte α_1, α_2 im Zähler von 2 Q werden bei symmetrischer Laststellung entgegengesetzt gleich, daher bei antisymmetrischer Laststellung positiv einander gleich.

6. Der Balken mit drei Zwischenstützen.

Die analytische Behandlung auf den Mittelpunkt 0 bezogen (Textabb. 17) liefert, wenn l, a allgemein die Stützen-

Abb. 17.



und Lasten-Entfernung von 0 darstellen, aus der allgemeinen für die rechte Seite gültigen Gleichung der elastischen Durchbiegung y:

$$EJy = EJh + EJ\varphi\, x - \frac{Mx^2}{2} + \frac{Qx^3}{6} + \frac{R_1\, (x - a_1)^3}{6},$$

$$-\frac{P_1\, (x - l_1)^3}{6}, + \frac{R_3\, (x - a_3)^3}{6}, - \frac{P_3\, (x - l_3)^3}{6}, + \frac{R_5\, (x - a_5)^3}{6}$$

die vier Bedingungsgleichungen:

Gl. 1) $2\, m^2\, EJ\varphi - 2\, m\, M\, (1 + \delta) + Q\, (1 + \delta)^2 - \Sigma_r\, P\, (1 + \beta)^2 + \Sigma_r\, R\, (1 + \sigma)^2 = 0,$

Gl. 2) $4\, m^3\, EJh + 4\, m^2\, EJ\varphi\, \delta + 2\, m\, M\, (1 - \delta^2) - 2\, Q \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\, \Sigma_r\, P \left(1 + \beta - \frac{\beta^3}{3}\right) - 2\, \Sigma_r\, R \left(1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) = 0,$

Gl. 3) $4\, m^3\, EJh + 4\, m^2\, EJ\varphi\, \lambda_1 - 2\, m\, M\, \lambda_1^2 + \frac{2}{3}\, \lambda_1^3\, Q - \frac{\psi\, P_1}{m\, k_1} + \frac{2}{3}\, R_1\, \zeta_1^3 = 0,$

Gl. 3a) $4\, m^3\, EJh + 4\, m^2\, EJ\varphi\, \lambda_3 - 2\, m\, M\, \lambda_3^2 + \frac{2}{3}\, \lambda_3^3\, Q - \frac{2}{3}\, \varepsilon^3_{1 \cdot 3}\, P_1 - \frac{\psi\, P_3}{m\, k_3} + \frac{2}{3}\, R_1\, \zeta^3_{1 \cdot 3} + \frac{2}{3}\, R_3\, \zeta_3^3 = 0.$

In diesen umfafst $\Sigma_r\, R\, (1 + \sigma)^2 = R_1\, (1 + \sigma_1)^2 + R_3\, (1 + \sigma_3)^2 + R_5\, (1 + \sigma_5)^2$ alle rechts von 0 stehenden Räder. Steht ein Rad R_1 grade in 0, so kann es unter Berücksichtigung des bereits oben über die Querkraft Q Gesagten nach Belieben zu $\Sigma_r\, R$ oder zu $\Sigma_l\, R$ gezählt werden und würde, wenn es beispielsweise zu $\Sigma_l\, R$ gezählt würde, aus diesen sich lediglich auf die Kräfte der rechten Seite beziehenden Gleichungen zu streichen sein. Gleiches würde für $\Sigma_r\, P$ gelten.

Weiter bedeutet $\zeta_3 = \sigma_3 - \beta_3$ die Winkelzahl des Abstandes der Last R_3 von der rechts neben ihr liegenden Stütze P_3, $\zeta_{1 \cdot 3} = \sigma_1 - \beta_3$ entspricht dem Abstande der Last R_1 von der Stütze P_3, $\varepsilon_{1 \cdot 3} = \beta_1 - \beta_3$ entspricht dem Abstande der Stütze P_1 von P_3; die Gl. 3) und 3a) sind nur gültig unter der Voraussetzung, dafs alle Werte wie $\zeta_{1 \cdot 3} = \sigma_1 - \beta_3 \geqq 0$ sind, negative Werte dieser Abstände sind ungültig. Rückt beispielsweise R_1 bis auf die Stütze P_1 und rechts darüber hinaus, so fällt der Ausdruck $\frac{2}{3}\, R_1\, \zeta_1^3$ in Gl. 3) überhaupt ganz aus.

Auf jede in Betracht kommende Strecke ist je eine einzige Last R gestellt, welche wegen ihrer besonderen Stellung im allgemeinen ein besonderes Gesetz der Bildung ihrer Einflufswerte bedingen wird.

Für die linke Seite folgen die entsprechenden Gleichungen:

Gl. 4) $-2\, m^2\, EJ\varphi - 2\, m\, M\, (1 + \delta) - Q\, (1 + \delta)^2 - P_2\, (1 + \beta_2)^2 + \Sigma_l\, R\, (1 + \sigma)^2 = 0,$

Gl. 5) $4\, m^3\, EJh - 4\, m^2\, EJ\varphi\, \delta + 2\, m\, M\, (1 - \delta^2) + 2\, Q \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\, P_2 \left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) - \Sigma_l\, R \left(1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) = 0,$

Gl. 6) $4\, m^3\, EJh - 4\, m^2\, EJ\varphi\, \lambda_2 - 2\, m\, M\, \lambda_2^2 - \frac{2\, \lambda_2^3\, Q}{3} - \frac{\psi\, P_2}{m\, k_2} - \frac{2}{3}\, \zeta_2^3\, R_2 = 0.$

Aus diesen Gleichungen kann man die beiden Gleichungen ableiten:

Gl. 7) $4\, m^3\, EJh + 2\, m\, M\, (1 + \delta)^2 - 2\, Q\, [\delta] + 2\, \Sigma_r\, R\, [\beta\delta] - 2\, \Sigma_r\, R\, [\sigma\delta] = 0,$

Gl. 8) $4\, m^3\, EJh + 2\, m\, M\, (1 + \delta)^2 + 2\, Q\, [\delta] + 2\, \Sigma_l\, P\, [\beta\delta] - 2\, \Sigma_l\, R\, [\sigma\delta] = 0.$

Aus vorstehenden Gleichungen können durch Entfernung von h und φ die fünf Gleichungen abgeleitet werden:

Gl. I) $4\,m\,M\,(1+\delta)+\Sigma\,P\,(1+\beta)^2=\Sigma\,R\,(1+\sigma)^2,$

Gl. II) $2\,Q\,[\delta]+P_2\,[\beta_2\,\delta]-\Sigma_r\,P\,[\beta\delta]=\Sigma_l\,R\,[\sigma\delta]-\Sigma_r\,R\,[\sigma\delta],$

Gl. III) $$2\,m\,M\,(1+\gamma_1)^2+2\,Q\,[\gamma_1\,\delta]+\frac{\psi\,P_1}{m\,k_1}+2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_1]=\frac{2}{3}\,\zeta_1^{\,3}\,R_1+2\,\Sigma_l\,R\,[\sigma\,\gamma_1],$$

Gl. IV) $$2\,m\,M\,(1+\gamma_2)^2-2\,Q\,[\gamma_2\,\delta]+\frac{\psi\,P_2}{m\,k_2}+2\,\Sigma_r\,P\,[\beta\,\gamma_2]=\frac{2}{3}\,\zeta_2^{\,3}\,R_2+2\,\Sigma_r\,R\,[\sigma\,\gamma_2],$$

Gl. V) $$2\,m\,M\,(1+\gamma_3)^2+2\,Q\,[\gamma_3\,\delta]+\frac{2}{3}\,\varepsilon^3\,P_1+\frac{\psi\,P_3}{m\,k_3}+2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_3]=\frac{2}{3}\,\zeta^3_{1\cdot 3}\,R_1+\frac{2}{3}\,\zeta_3^{\,3}\,R_3+2\,\Sigma_l\,R\,[\sigma\,\gamma_3],$$

mit der die fünf Unbekannten, $4\,m\,M$, $2\,Q$, P_1, P_2, P_3 bestimmenden Determinante:

$$\begin{vmatrix} 1+\delta, & 0, & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta_1\,\delta], & +[\beta_2\,\delta], & -[\beta_3\,\delta] \\ \frac{(1+\gamma_1)^2}{2}, & [\gamma_1\,\delta], & \frac{\psi}{m\,k_1}, & 2\,[\beta_2\,\gamma_1], & 0 \\ \frac{(1+\gamma_2)^2}{2}, & -[\gamma_2\,\delta], & 2\,[\beta_1\,\gamma_2], & \frac{\psi}{m\,k_2}, & 2\,[\beta_3\,\gamma_2] \\ \frac{(1+\gamma_3)^2}{2}, & +[\gamma_3\,\delta], & \frac{2}{3}\,\varepsilon^3, & 2\,[\beta_2\,\gamma_3], & \frac{\psi}{m\,k^3} \end{vmatrix}$$

welche sich von der bezüglichen, für den Balken mit zwei unsymmetrischen Einzelstützen gültigen Determinante nur durch die Anfügung eines Randes unterscheidet. Streicht man die unterste Zeile und zugleich die letzte lotrechte Reihe, so erhält man die frühere Determinante vierten Grades des Balkens mit zwei Stützen, welche also in der hier vorliegenden Determinante fünften Grades als die Adjunkte des Elementes $\frac{\psi}{m\,k_3}$ auftritt.

In Bezug auf den Querschwellenoberbau können diese Gleichungen angewandt werden, um bei Unsymmetrie die Wirkungen eines oder auch mehrerer Räder zur Anschauung zu bringen. Insbesondere können sie auch bei symmetrischer Anordnung der Schwellenlage zur Berechnung des Schienendruckes P_1 bei Zusammenfallen des Punktes 0 mit der Stütze P_1 unter Voraussetzung beliebig schwankender Auftriebwerte k_1, k_2, k_3 benutzt werden. Man hat zu diesem Zwecke nur die Werte $\beta_1=\delta=\gamma_1$, $\gamma_2=\gamma_3$, $\beta_2=\beta_3$, $\varepsilon=\lambda_3$ einzusetzen.

Macht man aufserdem noch die Voraussetzung $k_2=k_3$ und nimmt symmetrische Belastungen R an, so gelangt man zu den früher*) bereits betrachteten Symmetrieformeln.

Ständen hierbei R_1 und P_1 in 0, so könnte gleichwohl nach Mafsgabe der Schreibweise der Gl. V) R_1 und P_1 als auf der rechten Seite von 0 liegend betrachtet werden, und Q würde in analytischem Sinne die Querkraft unmittelbar links von 0 bedeuten. Da $[\sigma\delta]$ für $\sigma=\delta$ nicht verschieden ist von $[\delta]$, so folgt aus II der für Symmetrie an sich bekannte Wert:
$$2\,Q=-(R_1-P_1),$$
und die Einsetzung dieses Wertes in Gl. IV) und V) würde diese beiden Gleichungen identisch, also eine davon überflüssig machen, weil beispielsweise für $\gamma_2=\lambda_2+\delta$ stets stattfindet
$$2\,[\delta\,\gamma_2]-2\,[\gamma_2\,\delta]=\frac{2}{3}\,\lambda_2^{\,3}.$$

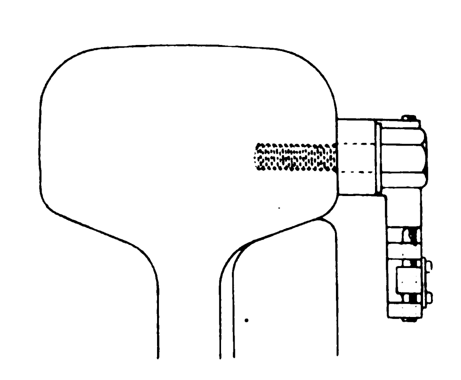
*) Organ 1902, S. 12; 1903, S. 154; 1905. S. 15.

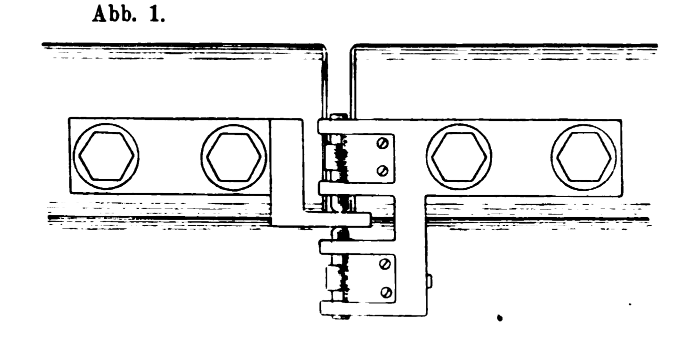
(Schlufs folgt.)

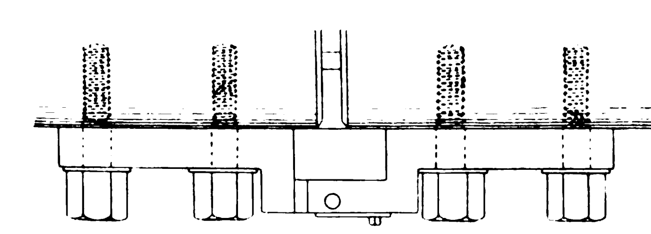
Reitler's Stofsstufen-Messer für Schienenstöfse.

Bekanntlich findet selbst bei den wirksamsten Schienenstofsverbindungen unter dem Einflusse der Radlasten eine geringe gegenseitige Verschiebung der Schienenenden in lotrechtem Sinne, also eine Stufenbildung statt, auf welche nach heutigen Anschauungen die schädlichen Einflüsse des Schienenstofses vor allem zurückzuführen sind. Über die Gröfse dieser Stufen hat man sich aber bisher nicht genügend Rechenschaft gegeben, weil es an geeigneten Mefs-Vorrichtungen fehlte. Wollte man diese gegenseitige Verschiebung um Bruchteile von Millimetern aus dem Unterschiede der gleichzeitigen lotrechten Bewegungen der Schienenenden ermitteln, so wäre dazu zunächst ein schwer und mit hohen Kosten herzustellender Festpunkt nötig, etwa durch Herstellung eines tiefreichenden Mauerkörpers, wie er vereinzelt zur Lichtbild-Aufnahme der Schienenbewegungen für Studienzwecke verwendet ist.

Abb. 1.







Eine neue Vorrichtung, der Stofsstufen-Messer, bezweckt, die gegenseitigen lotrechten Verschiebungen der Schienenenden unter der bewegten Last unmittelbar zu messen, sich also auf die gegenseitige Bewegung der Schienenenden, auf die es bei der Stufenbildung allein ankommt, zu beschränken. So werden alle Fehlerquellen

ausges die mit der Messung der Schienensenkungen verbunden sind, und es ist möglich, die Messung auf diesem Wege ebenso verläſslich wie einfach zu gestalten. Das Werkzeug ist von Oberingenieur E. Reitler der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien entworfen und bei dieser Bahn zuerst erprobt worden.

Wie aus Textabb. 1 ersichtlich, besteht es aus zwei stählernen Teilen, einem lappenförmigen und einem gabelförmigen, die an geeigneten Stellen der Schienenenden, am besten an der äuſsern Schienenkopfseite, mit Schrauben befestigt werden, so daſs sie die Bewegungen der Schienenenden mitmachen. In den beiden Schenkeln des Bügels bewegen sich lotrecht mit einiger durch eine Feder zu regelnder Reibung leichte Zylinder, die in der Anfangstellung beiderseits an den Lappen anstoſsen, und von diesem um das Maſs der gegenseitigen Verschiebung der beiden Schienenenden nach abwärts, beziehungsweise nach aufwärts geschoben werden Die Gröſse der Verschiebung zeigt ein Maſsstab, dessen Nonius 0,01 mm ablesen läſst.

Unter einer einzelnen ruhenden oder langsam bewegten Last wird das Werkzeug unmittelbar die sich bildende ansteigende Stufe zeigen. Sind aber mehrere Lasten darüber gerollt, so wird die gröſste der überhaupt aufgetretenen lotrechten Verschiebungen angezeigt, die die Schienenenden gegen einander ausgeführt haben. Messungen mit dieser Vorrichtung könnten geeignet sein, in das Spiel der Schienenenden am Stoſse unter ruhender wie unter bewegter Last einiges Licht zu werfen.

Die von der Kaiser Ferdinands-Nordbahn durchgeführten Versuche konnten sich bisher nur darauf beschränken, die Verläſslichkeit des Werkzeuges zu prüfen, und die Grenzen zu bestimmen, innerhalb welcher sich diese Bewegungen der Schienenenden abspielen. Die Grenzen waren bei gut erhaltenen Hauptgleisen 0,04 und 0,25 mm, während sie bei älteren Stationsgleisen bis 0,5 und 0,8 mm hinaufgingen. Wir werden über das Ergebnis der weiteren Versuche noch berichten. Diese sollen vor allem zeigen, inwieweit sich das Werkzeug zur Beurteilung und zum Vergleiche von Stoſsverbindungen verwerten läſst. In diesem Sinne hat auch der technische Ausschuſs des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in seiner vorletzten Sitzung zu Cöln beschlossen, die Vereins-Verwaltungen zu Versuchen mit diesem Werkzeuge einzuladen.

Die handliche Vorrichtung ist von dem Mechaniker C. N. Richter, Wien, IV Starhemberggasse 34, ausgeführt und wird in der gezeichneten Anordnung zur Befestigung an der äuſsern Schienenkopfseite für 52 M. geliefert.

Die Dorpmüller'sche Gleisklemme gegen das Wandern der Schienen.

Von Dr.-Ing. **M. Oder**, Professor an der Technischen Hochschule in Danzig.

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 26 auf Tafel XXXVII.

Die viel beklagten Nachteile des Schienenwanderns sind bekannt. Eines der Mittel zur Verhinderung der Längsverschiebung, namentlich der Stöſse gegen die Stoſsschwellen, besteht darin, daſs man die Laschen mit Einklinkungen versieht, die die Längskraft in Richtung der Schiene auf die Stoſsschwellen übertragen. Nur unter sehr günstigen Verhältnissen reichte der Widerstand dieser beiden Schwellen aus, das Wandern zu verhüten; in vielen Fällen nahmen die Stoſsschwellen am Wandern teil, während die Mittelschwellen liegen blieben. Dadurch verloren die Stoſsschwellen ihr festes Auflager. Es entstanden ferner Ungleichmäſsigkeiten in der Schwellenteilung, die Schienen muſsten sich auf unzulässig groſse Längen freitragen. Wanderte der eine Schienenstrang mehr, als der andere, so trat Schiefstellung der Stoſsschwellen ein, die wieder zu Spurverengungen Veranlassung gab. Endlich wurden die Befestigungsteile an den Stoſsschwellen in der stärksten Weise beansprucht, wie aus Abb. 7, Taf. XXXVII*) zu erkennen ist.

Diese Erscheinungen haben dazu geführt, weitere Schwellen mit den Schienen fest zu verbinden. So sind Schwellenwinkel verwendet worden, die an einem Ende mit der Schiene verschraubt sind, am andern die Schwelle oder deren Befestigungsteile umgreifen. Auf den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen sind nach dem Vorschlage des Geheimen Baurates Kohn in Essen**) an Stelle einzelner Winkelstücke sogenannte Stemmlaschen verwendet worden, die je zwei Mittelschwellen mit der Schiene fest verbinden. So werden unter Umständen zwei Stoſsschwellen und vier Mittelschwellen, im ganzen sechs Schwellen mit 12 oder 15 m langen Schienen verbunden. Diese Anordnung hat sich an manchen Stellen gut bewährt. Auf Bahnen mit lebhaftem Verkehre, auf stark geneigten Strecken und in scharfen Krümmungen hat sich aber gezeigt, daſs diese Zahl der mit der Schiene fest verbundenen Schwellen zu gering ist, um das Wandern zu verhüten.

Auch traten an der Stemmlasche ganz ähnliche Erscheinungen auf, wie am Stoſse. Ungünstig wirkte der Umstand, daſs die nur an der äuſsern Seite der Schiene angebrachte Stemmlasche die Wanderkraft einseitig auf die Hakenplatte übertrug. Es erscheint daher fraglich, ob man in den genannten Fällen zur Einlegung eines dritten oder vierten Stemmlaschenpaares schreiten soll, um so mehr, als Änderung der Schwellenteilung erforderlich wird, falls man die Regelform der Stemmlasche verwenden will. Dazu kommt, daſs der Schienensteg durch die Löcher zur Befestigung der Stemmlasche geschwächt wird, auch die Vermehrung der am Oberbaue vorhandenen Schrauben unerwünscht ist, da ihre sachgemäſse Unterhaltung kaum zu erreichen ist. Macht somit die Anordnung einer gröſseren Zahl von Stemmlaschen schon im regelmäſsigen Gleise Schwierigkeiten, so ist dies bei den Weichen in noch höherm Maſse der Fall. Und doch ist gerade hier eine vollständig gegen Wandern gesicherte Lage von höchster Wichtigkeit. Bei Weichen, die mit Hakenschlössern ausgerüstet sind, tritt bei starker Längsverschiebung Versagen des Spitzen-

*) Kluge, Zerstörungen im Eisenbahngleise und ihre Ursachen, Wochenschr. f. deutsche Bahnmeister 1906, S. 265.

**) Zentrbl. d. B. 1897, S. 400 und 1899, S. 4.



verschlusses ein. Bei Kreuzungsweichen entstehen durch das Wandern gefährliche Knicke in den Weichenstrafsen.

Der Betriebsingenieur H. Dorpmüller in Aachen hat nun eine Vorrichtung erfunden, die bezweckt, die Schiene mit einer beliebigen Anzahl von Schwellen fest zu verbinden; er hat vor allem Wert darauf gelegt, dafs:

1. die Einrichtung in beliebigem Umfange je nach Bedarf angebracht werden kann, ohne dafs die Schwellenteilung geändert wird;
2. die Schiene nicht durch das Anbringen der Vorrichtung geschwächt wird;
3. der Angriff der Wanderkraft genau in der Achse der Schiene erfolgt;
4. die Vorrichtung nach einmaligem Anbringen keiner Wartung oder Nachstellung bedarf.

Diese Keilverschlufsklemme oder Gleisklemme ist in ihrer ursprünglichen Form in Abb. 8 bis 11, Taf. XXXVII dargestellt. Sie besteht aus dem Klemmbande a, dem Keile K und den Schlufsstücken ss. Das Klemmband besteht aus Flufseisen, ist 4 cm breit und 1,8 cm stark. Es umgreift den Schienenfufs und wird von einem Ende her übergeschoben. Der Keil K legt sich mit seinem Kopfe gegen die Unterlegplatte (Abb. 9 bis 11, Taf. XXXVII). Wird der Keil in der Pfeilrichtung (Abb. 9, Taf. XXXVII) angetrieben, so schiebt er die Schlufsstücke zur Seite; da diese selbst gemäfs Abb. 8, Taf. XXXVII keilförmig gestaltet sind, so pressen sie das Klemmband mit grofser Kraft gegen den Schienenfufs. Man hat hier also eine doppelte Keilwirkung, einmal durch die keilförmige Gestalt des Teiles K und zweitens durch die trapezförmige Gestalt der Schlufsstücke ss. Die Keilschmiege von K ist 1 : 10, die von s 1 : 5, beide vereinigt wirken also, weil ein Keil den andern treibt, mit verfünfzigfachter Antriebskraft bei dem Aufschlage auf den Keil K. Dies erklärt auch die feste Anpressung des Klemmbandes.

Soll die Vorrichtung an bestehenden Gleisen angebracht werden, so nimmt man die Schienen von den Schwellen los, bezeichnet aber vorher die Lage der Unterlegplatten am Schienenfufse, um danach die Keile richtig anbringen zu können. Man legt die Schienen mit dem Kopfe nach unten, schiebt die Klemmbügel mit den Schlufsstücken von einem Ende her über und treibt dann den Keil mit leichten Hammerschlägen ein. Dann dreht man die Schiene um, und befestigt sie wieder auf den Schwellen. Sobald das Gleis zu wandern beginnt, stöfst der Kopf des Keiles gegen die Unterlegplatte, Hakenplatte, und zwingt so alle Schwellen, auf welche die Vorrichtung wirkt, an der Wanderbewegung teilzunehmen. Anderseits sucht der Keil selbst in den Klemmbügel einzudringen, die Wanderkraft drückt dabei die Schlufsstücke auseinander und keilt dadurch den Klemmbügel selbsttätig bald so fest an die Schiene, dafs jede weitere Verschiebung unmöglich ist.

Die Abbildungen zeigen, dafs durch die Dorpmüllersche Klemme eine Verbindung der Schienen mit den Schwellen unter den oben dargelegten Bedingungen geschaffen ist. Da die Einrichtung ganz unabhängig von der Schwellenteilung ist, so kann sie nach Abb. 12, Taf. XXXVII in beliebigem Umfange angebracht werden. Die eigentümliche Ausbildung der Verschlufsstücke und des Keiles sichert den Angriff der Wanderkraft in Schienenmitte; sie bewirkt ferner, dafs die Vorrichtung nach einmaligem Anbringen jahrelang arbeitet, ohne einer Unterhaltung zu bedürfen, da sie sich selbsttätig feststellt.

Vorbedingung ist nur, dafs die Schwellen gut gestopft sind, damit sie dem Drucke des Keiles Widerstand bieten, sonst wird die Schwelle fortgeschoben, und der Keilkopf verliert seine Anlage. Bei den jeweiligen Stopfungsarbeiten ist auch darauf zu sehen, dafs die letzte Stopfung gegen den Keil erfolgt und die Schwellen nicht von dem Keilkopfe weggestopft werden, damit die Vorrichtungen alle gleichzeitig wirken können.

Für die Bemessung der Klemmen kann als Grundsatz gelten, dafs bei starker Beanspruchung eine Klemmung auf je 2 m Länge nötig ist, so dafs man bei 9 m langen Schienen vier, bei 12 m sechs, bei 15 m sieben bis acht Klemmen nötig hat. In Bogen mit kleinem Halbmesser empfiehlt es sich, an den äufseren Schienen je zwei Klemmen mehr anzubringen. Sind die Klemmen nicht in genügender Anzahl angebracht, so treten Verschiebungen wieder auf, es sei denn, dafs guter Kleinschlag als Bettung vorhanden sei, oder die Schubkraft durch langsames Befahren herabgemindert wird. Der Verfasser dieser Zeilen hatte wiederholt, zuletzt im April dieses Jahres, Gelegenheit, sich von der guten Wirkung der Klemmen auf der 26,5 $^0/_{00}$ geneigten geraden Ronheider Rampe der Linie Köln-Herbestal zu überzeugen. Die Bettung besteht aus grobem Kiese. Die Schienen der Form 9 der preufsischen Staatseisenbahnen haben Blattstofs, 15 m Länge, 43,4 kg/m Gewicht und ruhen mit Unterlegplatten auf 19 eichenen Querschwellen. Die Befestigung erfolgt durch Schwellenschrauben.

Über das Gleis rollen täglich 54 Züge und ebensoviel Schiebelokomotiven. Auf 15 m Schienenlänge sind mit Rücksicht auf die starke Bremswirkung acht Klemmen angebracht, so dafs 16 Klemmen auf 15 m Gleis entfallen. Die Versuchstrecke besitzt eine Länge von 800 m. Die Bremswirkung ist bei einzelnen Zügen so grofs, dafs 6 bis 10 cm lange Eisenspäne von den Bremsklötzen abgerissen werden. Trotz der Höhe der so hervorgerufenen Längskräfte zeigte sich an dem jetzt über drei Jahre alten Versuchsgleise keine Spur von Wanderung, wie durch Probemessungen von Festpunkten aus festgestellt wurde.

Ein gleich langes Stück Gleis ohne Klemmen wurde angeblich durch den Wanderschub und die Bremswirkung in einem Jahre trotz der Schwere des Oberbaues des neu gestopften und zurückgeholten Gleises um 16 cm verschoben. Ähnliche günstige Erfahrungen, wie auf der Ronheider Rampe sind bei mehreren preufsischen Eisenbahn-Direktionen, sowie auch auf der Westfälischen Landeseisenbahn, der Gotthardbahn, den holländischen, belgischen, bayerischen und sächsischen Staatsbahnen und der Kaschau-Oderberger Bahn gemacht. Bei der Verwendung ist es nur nötig, die Zahl der Klemmen auf eine Schiene nach den Neigungs- und Krümmungs-Verhältnissen der Bahn, nach der Art der Bettung und nach der Betriebsbelastung des Gleises, nach Zahl und Schwere der Züge zu bemessen, man wird dann sicher erreichen, dafs die Wanderung ganz aufhört. Auch in Weichen haben die Klemmen vielfach Verwendung

gefunden, wobei die Anordnung nach Abb. 13 und 14, Taf. XXXVII getroffen wird.

Neuerdings sind geänderte Gleisklemmen so ausgeführt, dafs sich der Keilkopf nicht mehr gegen die Unterleg- oder Haken-Platten legt, sondern unten gegen die Schwellen selbst; hierdurch werden die Befestigungschrauben geschont. Eine solche Anordnung zeigt Abb. 15, Taf. XXXVII. Der Keil hat einen winkelrecht geformten Kopf, welcher nach Abb. 16 und 17, Taf. XXXVII eingebuchtet ist, damit sich der Winkelschenkel nicht unter dem starken Drucke umbiegt.

Auch sonst haben die Klemmen im Laufe der letzten Jahre einzelne Abänderungen erfahren. So hat man die Klemme nach Abb. 18 und 19, Taf. XXXVII mit einer Einlage versehen, um sie anbringen zu können, ohne die Schiene von den Schwellen abheben zu müssen. Eine weitere Abänderung ist aus dem Bestreben hervorgegangen, den Schaft des Keiles von oben her sichtbar zu machen. Sie ist in Abb. 20 bis 22, Taf. XXXVII dargestellt. An Stelle eines Keiles unter der Schiene sind zwei an der Seite des Schienenfufses getreten. Sie legen sich mit einem vordern umgebogenen Teile unter dem Schienenfufse gegen die Unterlegplatte. Die Schlufsstücke sind durch schräge Gestaltung des Klemmbandes ersetzt. Diese Ausführung zeigt indes nach unserer Ansicht einen erheblichen Mangel. Sie arbeitet nicht mehr sicher, weil nach Lösen des Keiles auch die Klemme sofort losläfst, während sie bei der ursprünglichen Form durch die Verschlufsstücke festgehalten wird. Ferner ist die Berührungsfläche zwischen dem Keile und dem Klemmbande in der Biegung äufserst schwierig herzustellen. Trotzdem wurde diese Form bei neueren Versuchen auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen angewandt, teilweise mit einigen Abänderungen. Auf Veranlassung des Arbeitsministeriums hat die Direktion Essen den Steg g in Abb. 20, Taf. XXXVII weiter nach unten verlängert und ebenso umgebogen. Diese Form ist in Abb. 23 bis 26, Taf. XXXVII dargestellt. Sie hat genau, wie die Form nach Abb. 15 bis 17, Taf. XXXVII vor der in Abb. 22, Taf. XXXVII dargestellten den Vorzug, dafs der Druck unmittelbar auf die Schwelle übertragen wird, und so Unterlegplatten, Klemmplatten, Schwellen- oder Haken-Schrauben entlastet werden. Sie hat dagegen den Nachteil, dafs sie teuerer ist, dafs das Stemmstück bei Stopfarbeiten leicht durch einen Fehlschlag zerschlagen werden kann, und dafs der Angriff nicht in der Achse der Schiene, sondern seitlich erfolgt. Die neue Form ist erst seit kurzer Zeit in Verwendung. Daher läfst sich zur Zeit noch nicht übersehen, ob sie sich ebenso vortrefflich bewähren wird, wie die ursprüngliche, jetzt seit mehr als drei Jahren erprobte Form.

Neuere Lokomotivsteuerungen.

Von **Metzeltin**, Regierungsbaumeister a. D. zu Hannover-Linden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 25 auf Tafel XXXVIII.

Bald nach der Erkenntnis der Vorteile, welche die Anwendung der Dampfdehnung bot, werden auch im Lokomotivbaue vielfach zunächst wohl unbewufst Mittel angewendet, die die Hauptnachteile der Schwingensteuerungen, nämlich schleichendes Öffnen und Schliefsen der Dampfkanäle, sowie hohe Zusammendrückung bei kleinen Füllungsgraden zu verringern geeignet sind. Dies sind die bekannten Doppelschiebersteuerungen, die anfänglich mit Trennplatte, dann ohne diese, vereinzelt schon vor Einführung der Schwinge angewendet sind, so beispielsweise von Rogers 1843, von Baldwin 1845, von J. Stevens 1849*). In Amerika ging man übrigens erst in den Jahren 1849 bis 1854 allgemein zur Schwingensteuerung über. Baldwin baute aus persönlicher Abneigung erst 1854 die erste Lokomotive mit Schwingensteuerung, und erst 1857 gab er den Bau seiner eigenen Doppelschiebersteuerung ohne Schwinge ganz auf. In Deutschland hatte sich A. Borsig bereits 1844 ein Patent auf seine bekannte Doppelschieberanordnung bei Stephensonscher Schwingensteuerung erteilen lassen; die erste Ausführung erfolgte 1844 an der zur Berliner Gewerbeausstellung gesandten Lokomotive »Beuth«**). Einzelne Borsigsche Lokomotiven mit dieser in Deutschland bis in die sechziger Jahre vielfach angewendeten Doppelschiebersteuerung***) waren noch Anfang der neunziger Jahre im Betrieb. 1873 war ferner in Wien eine Personenzuglokomotive der Grand Zentral Belge mit Guinottescher Doppelschiebersteuerung ausgestellt; im allgemeinen schaffte man aber in den siebenziger Jahren diese Steuerungen ab. Dann tauchte 1883 in Amerika die der Borsigschen ähnliche Clarksche Steuerung auf, die an einer Lokomotive der Lehigh-Valley Bahn angebracht, aber wegen ihrer Vielteiligkeit nicht nachgebaut wurde, obgleich die aufgenommenen Dampfschaulinien scharfe Abschlüsse wie bei den Schnappsteuerungen der Dampfmaschinen ergaben.†) Fast gleichzeitig entstand die Steuerung von Stevens, die einer Heusingersteuerung ähnelt, bei der die Verbindung zwischen Voreilhebel und Schieberstange durch eine Schwenkplatte ersetzt ist; an dieser greifen die Schieberstangen für die beiden an den Zylinderenden liegenden Schieber an. Die von der zweimittigen Scheibe und vom Kreuzkopfe abgeleiteten Bewegungen sind so zusammengesetzt, dafs sie während der Eröffnungs- und Abschlufs-Zeit eine beschleunigte Bewegung der Schieber ergeben. Diese Steuerung ist an Lokomotiven der Süd-Pacific-Bahn vielfach ausgeführt und vereinzelt noch in den letzten Jahren im Betriebe gewesen.

Die 1886 bekannt gewordene Steuerung von Strong††),

*) Railway and Locomotive Engineering. 1906, S. 155 u. ff.

**) A. Borsig, Festschrift zur Vollendung der 5000. Lokomotive S. 35, und Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses 1846, S. 542 u. ff.

***) Die Leipzig-Dresdener Bahn besafs 1865 nur Lokomotiven mit Doppelschiebersteuerung; als Hauptvorteil dieser Steuerungen sah man damals an, dafs die Lokomotiven wegen der gröfsern Füllung besser anzogen. Organ, Ergänzungsband I, 1866, S. 142.

†) Vergl. Railway and Locomotive Engineering 1906, S. 198 und XVIII. Report Master Mechanics Association, S. 199.

††) Organ 1886, S. 235; 1889, S. 209; 1893, S. 119. Railroad Gazette 1886, S. 73; 1887, S. 559 und 604. Eisenbahn-Technik der Gegenwart Band I, 1. Auflage, S. 203, 2. Auflage S. 279.

die vier getrennte Gitterschieber aufweist, hat abgesehen von der Ausrüstung zweier Probelokomotiven wegen ihrer Vielteiligkeit keine weitere Verwendung gefunden.

Die Weiterentwickelung der Steuerungen springt nun nach Frankreich über. Die von Bonnefond an Lokomotiven der französischen Staatsbahn ausgeführte Steuerung*) besitzt wie die von Strong getrennte Ein- und Auslafsschieber. Letztere behalten bei veränderter Füllung ihre Wege bei, geben also unveränderliche geringe Zusammendrückung. Die Einlafsschieber werden durch ein Schnappgetriebe bewegt und schliefsen bei der Auslösung durch Feder- und Dampf-Druck schnell ab. Verbreitung hat diese Steuerung, die als ein Übergangsglied zwischen den zwangläufigen Schiebersteuerungen und einer Ventilsteuerung betrachtet werden kann, aufserhalb der französischen Staatsbahnen hauptsächlich wegen ihrer Vielteiligkeit meines Wissens nicht gefunden.

Gleiche Trennung der Ein- und Auslafsteile besitzt die Steuerung von Durant und Lencauchez**), die vier Corlifs-Hähne in Verbindung mit einer Schwingensteuerung anwandten, von denen die beiden für den Auslafs von einem tiefern Punkte der Schwinge aus bewegt wurden als die Einlafshähne. Die Zusammendrückung wird hierdurch erheblich herabgemindert. Diese Steuerung ist aber nur für hauptsächlich nach einer Richtung fahrende Lokomotiven verwendbar, da der Beginn der Zusammendrückung bei Rückwärtslage der Steuerung statt verzögert verfrüht wird, und sich somit eine für dauernde Fahrt unbrauchbare Dampfverteilung ergibt. Ausgerüstet wurden mit dieser Steuerung 17 Lokomotiven der Paris-Orléans Bahn, nach deren Angaben damit 11 % Dampfersparnis erzielt sind.

Nadal erreicht dasselbe durch Teilung des einen in zwei nebeneinander liegende Kolbenschieber nach Abb. 1, Taf. XXXVIII, von denen der eine nur den Dampfeinlafs, der andere nur den Dampfauslafs steuert. Der Steuerungsantrieb erfolgt durch eine Heusinger-Steuerung, von der der Einlafsschieber in üblicher Weise angetrieben wird, während der Auslafsschieber seine Bewegung durch eine Welle erhält, die auf ihn nur die im Verhältnisse 4 : 3 vergröfserte Bewegung der Schieberschubstange ohne den Einflufs des Voreilhebels überträgt. Er arbeitet daher wie ein von einer zweimittigen Scheibe mit 90° Voreilung betriebener Schieber***).

Eine 2/4 gekuppelte Schnellzug-Verbund-Lokomotive mit dieser Steuerung hatten die französischen Staatsbahnen im vorigen Jahre in Lüttich ausgestellt†). Die günstig ausgefallenen Steuerungsverhältnisse, insbesondere die für alle Füllungen fast unveränderliche geringe Zusammendrückung folgt aus Zusammenstellung I.

*) Organ 1890, S. 142.

**) Organ 1894, S. 78; 1896, S. 228. Eisenbahntechnik der Gegenwart Band I, 2. Auflage, S. 279 und 295. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1896, S. 652.

***) Dem Grundgedanken nach ist eine derartige Lösung bereits in dem 1897 erschienenen Bande I, Lokomotiven, der Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, S. 203 angedeutet.

†) Rév. gén. 1906, I, S. 144.

Zusammenstellung I.

2/4 gekuppelte Personenzug-Verbund-Lokomotive der französischen Staatsbahnen.

Ergebnisse der Steuerung von Nadal.

Stellung der Steuerung	Füllung		Vorausströmung		Zusammendrückung		Schieberweg			
							Einlafsschieber		Auslafsschieber	
	HDZ vH	NDZ vH	HDZ vH	NDZ vH	HDZ vH	NDZ vH	HDZ mm	NDZ mm	HDZ mm	NDZ mm
3	32	42	9	9	10	8,5	76	79	49	59
4	41,5	53	9	9	10,5	9,5	83	87	68	81
5	53	63	9	9	11,0	10,5	91	98,5	87	104
ausgelegt	73	81	9	9	11,75	11,75	126	140	148	181

Weitere Verbesserungen der Lokomotivsteuerung wurden in den letzten Jahren in Amerika von Young, Allfree Hubbel und Haberkorn, in England von Marshall versucht.

Die früher beschriebene Steuerung von Young*) ist eine Verbindung der Stephenson-Schwingensteuerung mit einer Corlifs-Steuerung. Die Schwenkplatte der letztern wird von der Schieberschubstange bewegt; sie ist aber nicht fest gelagert, sondern wird durch eine mit der Steuerwelle verbundene Stange beim Auslegen der Steuerung etwas gehoben. Dadurch wird die Voreilung trotz Anwendung der Stephenson-Steuerung bei kleineren Füllungen nicht kleiner oder gröfser, sondern bleibt fast gleich. Letzteres hätte sich natürlich auch durch Wahl einer andern Steuerung, etwa der von Gooch, Heusinger erreichen lassen. Der Vorteil der Young'schen Steuerung liegt in der Anwendung der von einer Schwenkplatte aus betätigten Corlifs-Hähne, durch die gegenüber der gewöhnlichen Steuerung gröfsere Kanalöffnung und schnellerer Abschlufs erzielt wird. Die Dampfdruckschaulinien werden um einen gewissen Betrag völliger, daher ergibt sich eine etwas gleichmäfsigere Umfangskraft an den Triebrädern.

Die erste Young'sche Steuerung wurde im Jahre 1901 an einer 2/4 gekuppelten Lokomotive der Chicago- und Nord-West-Bahn versucht. Trotz einiger anfänglicher Schwierigkeiten entschlofs man sich im Jahre 1903 zu einem weitern Versuche an einer 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive mit 508 mm Zylinderdurchmesser, 660 mm Kolbenhub, 2057 mm Triebraddurchmesser und 41,3 t Reibungsgewicht. Diese Lokomotive ist seit 1903 ununterbrochen im Betriebe und soll sich aufserordentlich gut bewährt haben. Die Chicago und Nord-West-Bahn gibt an, dafs die im Vergleiche mit einer gleichen Kolbenschieber-Lokomotive ausgeführten Versuche einen Dampfverbrauch von nur 8,72 kg für die Dampfdruck-P.S./St., gegenüber 10,35 kg bei letzterer Lokomotive, also eine Ersparnis von rund 15 % an Wasser ergeben hätten. Auch hat die Lokomotive 213000 km durchlaufen, bevor Nachdrehen der Reifen stattfand.

Auch die Delaware- und Hudson-Bahn hat seit Dezember

*) Organ 1905, S. 209. Railroad Gazette 1904, S. 519; 1906, S. 103. Rev. gén. 1905, II, S. 387.

1905 eine 3/5 gekuppelte Güterzug-Lokomotive von 533 mm Zylinderdurchmesser, 660 mm Kolbenhub, 1600 mm Raddurchmesser und 59 t Reibungsgewicht mit der Young-Steuerung im Betriebe. Abb. 2, Taf. XXXVIII gibt einen Schnitt durch die bei dieser Lokomotive etwas anders ausgebildeten Corlifs-Schieber. Auch hier ist die Voreilung für die Einströmung unveränderlich. Die Anordnung ist jedoch derart erfolgt, dafs die Steuerung voll ausgelegt mit 3 mm positiver innerer Überdeckung arbeitet, bei 0,25 Zylinderfüllung aber mit 3 mm negativer innerer Überdeckung.

Ob sich die Corlifs-Schieber auf die Dauer bewähren werden, ist zweifelhaft; nach den bei ortsfesten Anlagen gemachten Erfahrungen arbeiten sie bei den hier in Frage kommenden hohen Dampfspannungen nicht einwandfrei.

In Deutschland, wo man in besonders starkem Mafse strebt, die Dampfausnutzung durch Arbeiten mit hohen Eintrittspannungen zu steigern, ist man in den letzten Jahren von Drehschiebersteuerungen immer mehr abgekommen. Werden sie überhaupt noch verwendet, so beschränkt man sich darauf, sie an den Niederdruckzylindern anzuordnen, während man die Hochdruckzylinder fast ausschliefslich mit anderen Mitteln steuert.

Die Allfree-Hubbel-Steuerung*) (Abb. 3, Taf. XXXVIII) besteht in der Einschaltung eines Zahnradgetriebes zwischen Schieber und Schieberschubstange einer gewöhnlichen Steuerung derart, dafs die Schieberschubstange einen Zahnbogen bewegt, in den ein kleines Zahnrad eingreift. Letzteres treibt durch einen unmittigen Zapfen die Schieberstange an. Durch diesen Antrieb wird erreicht, dafs die Bewegung der Schieberstange und des Schiebers beim Öffnen und Schliefsen der Dampföffnungen beschleunigt, in den anderen Stellungen aber verlangsamt wird. Somit ergibt sich schnelle Eröffnung und, was noch wichtiger ist, schneller Abschlufs der Dampfeinströmung. Die zu erreichenden Vorteile sind also dieselben, wie bei der Young-Steuerung. Es erscheint aber fraglich, ob sich die Zahnradübertragung auf die Dauer bewähren wird. Für hohe Umdrehungszahlen dürfte sie sich kaum eignen, da der Kolbenschieber nach Abb. 3, Taf. XXXVIII recht lang ausgebildet ist und daher sehr schwer werden wird. Die Zahnradübertragung mufs daher ganz beträchtliche Beschleunigungsdrücke aufnehmen.

Ausgerüstet sind mit dieser Steuerung je eine Lokomotive der Zentral-Bahn von New-Jersey und der Pittsburg and Lake-Erie Bahn. Letztere gibt an, gegenüber einer gleichen Lokomotive mit entlastetem Flachschieber in dreimonatlichem Betriebe 4,9 % Kohle und 10 bis 15 % Wasser erspart zu haben. Kürzlich bestellte auch die Kansas City-Mexiko and Orient Bahn acht 3/4 gekuppelte Güterzug- und zwei 2/4 gekuppelte Personenzug-Lokomotiven mit dieser Steuerung.

Die Haberkorn-Steuerung**) ähnelt der vorerwähnten Borsig-Doppelschieber-Steuerung oder der Meyer-Steuerung. Haberkorn verwendet zwei in übereinander liegenden Gehäusen arbeitende Kolbenschieber, von denen der untere regelmäfsig 75 % Füllung gibt und die Ausströmung steuert, während der obere die gewünschte Dampffüllung herstellt. Beide werden von derselben Schwinge aus angetrieben. Diese Steuerung gibt demnach bei veränderlicher Füllung unveränderliche geringe Zusammenpressung, erzielt also dasselbe, wie die Steuerung von Bonnefond-Lencauchez. Sie bedingt aber, abgesehen von der zweimittigen Scheibe, doppelte Steuerung, insbesondere auch zwei Steuerhebel auf dem Führerstande. Letzterer Umstand dürfte zu Bedenken Veranlassung geben und die Einführung der Steuerung sehr erschweren.

*) Railroad Gazette 1905, S. 58 und S. 200. Rev. gén. 1905, S. 388.

**) Railroad Gazette 1904, S. 493. Rev. gén. 1903, S. 389.

Die Steuerung von Marshall*) (Abb. 4, Taf. XXXVIII) ist eine Schwingensteuerung, bei der die Schwinge von einer zweimittigen Scheibe c geradlinig hin- und hergeschoben, von einer zweiten c_1 mittels der Gabel tvr in schwingende Bewegung versetzt wird. Beide Bewegungen setzen sich derart zusammen, dafs der Schieber zur Zeit der Eröffnung und des Abschlusses schnell, in den übrigen Stellungen langsam bewegt wird. Die Steuerung wirkt also ähnlich, wie die von Allfree-Hubbel, doch erscheint die Ausführung dauerhafter. Ausgerüstet sind mit dieser Steuerung einige englische Lokomotiven, doch liegen Versuchsergebnisse bisher nicht vor.

Zu den vorstehend geschilderten Versuchen zur Verbesserung der den Schwingensteuerungen anhaftenden Nachteile gesellen sich diejenigen zur Verbesserung des einfachsten und immer noch in grofsem Umfange verwendeten Steuerungsteiles, des gewöhnlichen Flachschiebers.

Es ist zwar eine der einfachsten Arbeiten, einen Schieberspiegel in kaltem Zustande genau eben herzustellen und einen Flachschieber auf diese Ebene aufzuschleifen. Aber der Schieber arbeitet unter einem recht erheblichen Drucke und in einer Wärme, die etwa zwischen 100 und 200° C. schwankt. Wenn man ferner bedenkt, dafs beispielsweise die Schieber einer gewöhnlichen Schnellzug-Lokomotive 1000 bis 1200 qcm Grundfläche besitzen und Wege von 0,6 bis 0,75 m/Sek. zurücklegen müssen, so ist es erklärlich, dafs Flachschieber zum Fressen neigen. Tritt dies aber ein, so erhöht sich die ohnehin nicht unbeträchtliche Reibungsarbeit um ein Vielfaches, und zu diesen Arbeitsverlusten treten gleichzeitig ganz erhebliche Undichtigkeiten, sodafs sich dann die Leistung der betreffenden Lokomotive aus doppeltem Grunde vermindert.

Die eigentlichen Ursachen des Fressens der Flachschieber sind bisher nicht genügend aufgeklärt. Neben der Wahl des Baustoffes, die eine verhältnismäfsig untergeordnete Rolle zu spielen scheint, wird wahrscheinlich die Form des Schiebers und Schieberspiegels von erheblichem Einflusse sein. Selbstverständlich mufs der Baustoff des Schiebers weicher sein, als der des Schieberspiegels, weil ersterer sich mit geringeren Kosten nacharbeiten oder ersetzen läfst. Für gewöhnlich wird für die Schieber, sofern man nicht Rotgufs wählt, Gufseisen von 12 bis 14 kg/qmm, für die Zylinder solches von 18 bis 24 kg/qmm oder noch höherer Festigkeit vorgeschrieben. In Amerika setzt man vielfach zu dem Zylindergusse Stahl zu, sodafs sich ein Gufseisen ergibt, welches sich dem Stahlformgusse nähert. Ob die übliche Vorschrift bezüglich der Zerreifs-

*) D.R.P. Nr. 140877, nicht zu verwechseln mit der ältern, der Klug'schen ähnelnden Umsteuerung gleichen Namens.

festigkeit bei Zylindern und Schiebern richtig ist, erscheint sehr zweifelhaft. Abgesehen davon, dafs die Festigkeitsgrenze von 12 bis 14 kg/qmm für die Schieber vom giefsereitechnischen Standpunkte als sehr schwer einhaltbar zu bezeichnen ist, kann man eine geringere Festigkeit aus demselben Gusse stets dadurch erzielen, dafs man ihn absichtlich etwas locker oder schwammig werden läfst. Es ist vielleicht nicht unzweckmäfsig, Kugeldruckproben vorzuschreiben, die einen richtigern Mafsstab für die Härte des Gufseisens geben, als die Festigkeitsziffern. Einige preufsische Eisenbahndirektionen haben übrigens vor einer Reihe von Jahren zeitweilig Schieberspiegel aus Stahl versucht. Diese haben sich jedoch meines Wissens nicht bewährt.

Über den zweckmäfsigsten Baustoff für die Schieber gehen die Ansichten heute beinahe noch ebenso weit auseinander, wie in den siebenziger Jahren*). Bemerkenswert ist, dafs bei den preufsischen Staatsbahnen auch heute noch von den einzelnen Eisenbahndirektionen bei denselben Lokomotivgattungen die verschiedenartigsten Baustoffe vorgeschrieben wurden und zwar Gufseisen, Gufseisen mit Weifsmetalleingüssen, Rotgufs und Phosphorbronze. Während sich beispielsweise gufseiserne Schieber bei einzelnen Direktionen ganz vorzüglich bewähren, ist es in einzelnen Direktionsbezirken scheinbar unmöglich, Fressen dieser Schieber bei denselben Lokomotiven zu vermeiden. Die Ursachen für diese Verhältnisse sind schwer zu finden. Es ist nicht ausgeschlossen, dafs die Wasserverhältnisse hierbei eine Rolle spielen**); da aber einzelne Direktionsbezirke bestimmte Lokomotivgattungen oft Jahre lang aus denselben Bauanstalten erhalten, kann auch die natürlich von Werk zu Werk schwankende Beschaffenheit des Zylindergusses von Einflufs sein. Die Hauptrolle spielen jedoch alle diese Verhältnisse nicht. Von besonderm Einflusse scheint vielmehr die Form der Schieber und Schieberspiegel zu sein. Während bei den 2/4 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der preufsischen Staatsbahnen gufseiserne Schieber bei einer grofsen Anzahl von Direktionen vorzüglich laufen, neigen die Schieber der 2/4 gekuppelten Personenzug-Lokomotive überall sehr stark zum Fressen. Fast überall, wo man versuchte, diese Lokomotiven für Schnellzüge mit zu verwenden, hat man sie deshalb bald aus dem Schnellzugdienste wieder herausnehmen müssen.

Versuche haben gezeigt, dafs ein kalt genau abgerichteter Schieber der preufsischen 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive, der 434 ^{mm} lang ist, sich bei Erwärmung bis auf etwa 80^0 bereits 1 ^{mm} wirft und zwar nimmt er eine hohle Form an. Im strömenden Dampfe erreicht der Schieber wenigstens 130 bis 140^0 C., wirft sich daher noch stärker. Wenn sich

*) Organ Ergänzungsband XIII, 1903, S. 174.

**) Im Wasser enthaltene Unreinigkeiten, zu denen auch der Sodagehalt zu rechnen ist, gehen bei lebhafter Dampferzeugung und beim Überschäumen des Wassers in die Schieberkästen über; sie können dort entweder mechanisch zerstörend oder auch bei Verseifung durch das Schmieröl schmierend wirken. Zu ersterer Wirkung führe ich an, dafs man beispielsweise bei schlecht gewarteten Werklokomotiven in gufseisernen Reglern tiefe Anfressungen findet, zu zweiter, dafs man in Direktionsbezirken, wo das Kesselwasser viel Soda enthält, oft die Schieberkästen innen mit einem erdig-schmierigen Überzuge bedeckt findet.

nun der kalt gerade abgerichtete Schieberspiegel nicht wirft, so würde der Schieber zunächst auf den beiden Kanten laufen und hier voraussichtlich bald fressen. Bei dieser Lokomotivform scheint jedoch die Gestalt des Schiebers und des Schieberspiegels so gewählt zu sein, dafs die Werfungen beider bei den vorkommenden Wärmegraden ziemlich gut zueinander passen.

Da bei den im Lokomotivbaue üblichen hohen Dampfspannungen auch gut arbeitende Flachschieber eine nicht unerhebliche Reibungsarbeit verbrauchen, hat man sich bereits seit den fünfziger Jahren bemüht, Entlastungsvorrichtungen einzuführen*), allerdings etwa dreifsig Jahre lang ohne besondern Erfolg, bis dann die bekannten, noch heute viel verwendeten Vorrichtungen von Richardson, von Borries und anderen eingeführt wurden. Sie bedingen jedoch alle sorgfältige Instandhaltung und entsprechende Ausgaben, sodafs letzthin die preufsischen Staatsbahnen einer Entfernung aller bisher angewandten Flachschieberentlastungen zuneigten**).

Die geschilderten Nachteile suchte man bereits 1870 durch Einführung von Kolbenschiebern zu vermeiden***). Hierbei ergaben sich jedoch mancherlei neue Schwierigkeiten. Wurden die Kolbenschieber warm dicht schliefsend, aber immerhin leicht gehend eingeschliffen, so safsen sie kalt fest; wurden sie kalt willig gehend eingeschliffen, so ergaben sie warm Undichtigkeiten, die unter Umständen recht erheblich wurden†).

Diese Nachteile nehmen mit dem Durchmesser der Kolbenschieber zu.

Ein weiterer Nachteil der Kolbenschieber ist der, dafs sie nicht wie Flachschieber abklappen können. Die Zylinder müssen deshalb zur Vermeidung von Beschädigungen durch Wasserschläge mit Sicherheitsventilen††) versehen werden.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart Band I, 2. Auflage, S. 288; Organ, Ergänzungsband I, 1866, S. 141; Organ 1867, S. 29. In Amerika wurde die Morse'sche Schieberentlastung bereits in den siebenziger Jahren vielfach verwendet.

**) Neuerdings wird jedoch wieder eine neue bewegliche Entlastungsvorrichtung versucht, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1906, S. 925.

***) Der erste Versuch der Einführung von Kolbenschiebern an Lokomotiven ist meines Wissens von William Bouch im Jahre 1871 an einer 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive der Stockton-Darlington-Bahn gemacht. Die aus Rotgufs bestehenden Kolbenschieber von 330 mm Durchmesser neigten jedoch so stark zum Fressen, dafs sie bald wieder entfernt wurden. 1878 war in Paris eine österreichische Lokomotive mit Kolbenschiebern ausgestellt. In gröfserm Umfange wurden Kolbenschieber aber erst in den achtziger Jahren durch Ricour bei den französischen Staatsbahnen ausgeführt, die 1890 bereits 134 damit versehene Lokomotiven besafsen. Organ 1890, S. 144.

†) Versuche an der 2/4 gekuppelten Heifsdampf-Lokomotive Halle 440 mit Kolbenschiebern ergaben einen Dampfverlust von 860 kg/St., Organ 1903, S. 57. Bei gut unterhaltenen Schiebern gehen die Verluste auf etwa 300 bis 500 kg/St. zurück, Organ 1906, S. 22; sie können aber, wie Desmoulins, la Locomotive actuelle 1906. S. 43 sehr richtig sagt, unter ungünstigen Umständen so hoch werden, dafs beispielsweise die durch den Heifsdampfbetrieb erzielten Ersparnisse dadurch aufgewogen werden. Ich verweise hierbei auf die betreffenden Versuche der Eisenbahndirektion Berlin, Glasers Annalen 1903. II, S. 202, bei denen Verluste bis 2400 kg/St. festgestellt wurden.

††) Organ 1904, S. 75; 1906, S. 22.

Letztere aber wirken, weil sie nicht ständig arbeiten, sondern nur gelegentlich in Anspruch genommen werden, nicht sicher. Man hat daher bei Lokomotiven mit Kolbenschiebern öfter über die durch Wasserschläge hervorgerufenen Beschädigungen an den Zylindern zu klagen, jedenfalls erheblich mehr, als bei den mit Flachschiebern ausgerüsteten Lokomotiven.

Wasserschläge sind selbst bei Anwendung von Heifsdampf nicht ausgeschlossen. Bei Lokomotiven mit Schmidt'schem Überhitzer tritt beim Anfahren erst allmälig eine Überhitzung des Dampfes ein. Die Lokomotiven fahren daher mit Nafsdampf an: wenn also die Zylinder nicht vorgewärmt sind, so ergeben sich anfänglich erhebliche Niederschlagmengen. Lokomotiven mit Pielock-Überhitzer fahren immer mit Heifsdampf an, da der im Überhitzer befindliche Dampf stets höhere Wärmestufe besitzt als der Nafsdampf. Indes ist auch bei diesen Lokomotiven gelegentlich unter ungünstigen Verhältnissen, beispielsweise bei schlechtem Speisewasser, plötzlichem Aufreifsen des Reglers, ein Überschäumen und Arbeiten mit Wasser, das »Spucken«, nicht ausgeschlossen.

Die Nachteile der Flachschieber wurden mit der Einführung des Heifsdampfes im Lokomotivbetriebe gröfser. Erfahrungen haben zwar gezeigt, dafs man bei geeigneten Bauarten und besonderen Baustoffen, z. B. Phosphorbronze, selbst für Heifsdampf bis zu 270° Flachschieber verwenden kann; bei höheren Überhitzungen ist es jedoch, namentlich für Hochdruckzylinder bis jetzt nicht gelungen, dauernd sicher arbeitende Flachschieber zu finden. Sehr vorteilhaft ist es in solchen Fällen, die Flachschieber warm aufzuschleifen; die Lokomotive wird angeheizt und man läfst von Zeit zu Zeit, zwischen dem Aufschleifen, Dampf durch die Zylinder abströmen.

Auch die vorerwähnten Nachteile der Kolbenschieber zeigten sich bei Heifsdampf störender; daher wurde auch die Bauart der Kolbenschieber für Heifsdampf immer verwickelter. Werfungen des Schiebers, die zum Fressen führen, und die der Einführung der Kolbenschieber anfänglich viele Schwierigkeiten bereitet haben, hat man ziemlich zu vermeiden gelernt. Die Büchse mufs kräftig ausgeführt sein und nebst dem Schieber vor der Fertigbearbeitung sorgfältig ausgeglüht werden. Einfache Kolbenschieber haben sich unter Benutzung dieser Vorsichtsmafsregeln bei Heifsdampflokomotiven der preufsischen Staatsbahn, der pfälzischen Bahn*) und der belgischen Staatsbahn**) für Heifsdampf bis zu 300° gut bewährt. Ob man für höhere Überhitzung mit diesen einfachen Kolbenschiebern auskommt, ist zweifelhaft. Die für die preufsischen Staatsbahnen ausgeführten Heifsdampflokomotiven mit Schmidtschem Überhitzer verwenden bekanntlich den recht verwickelt gebauten und auch entsprechend kostspieligen Schmidt'schen Kolbenschieber mit geheizter Büchse***).

Im Dampfmaschinenbaue ist man schon seit Jahrzehnten, sofern es sich um wirtschaftlich arbeitende Maschinen handelt, von den im Lokomotivbaue üblichen Steuerungen und Steuerungsteilen abgegangen. Namentlich seit Einführung des Heifsdampfes verwendet man kaum noch andere als Ventilsteuerungen.

*) Abb. siehe Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1906, S. 639.

**) Abb. siehe Rev. gén. 1906, I, S. 118.

***) Abb. siehe Organ 1902, Tafel XII.

Allerdings gab es bis vor wenigen Jahren keine Ventilsteuerungen, die mehr als etwa 100 Spiele in der Minute zuliefsen. Erst mit neueren Ventilsteuerungen ist es gelungen, wesentlich höhere Umlaufzahlen zu erreichen. Unter diesen Steuerungen steht obenan die bekannte Lentz'sche Ventilsteuerung*), die in den letzten Jahren einen Siegeszug durch die Welt gemacht hat. Es sind damit in Auftrag gegeben:

bis 1904: Dampfmaschinen mit 252390 PS_i
im Jahre 1905: « « 128130 «

Diese Zahlen geben ein deutliches Bild der Verbreitung und Bewährung dieser Steuerung, die sich ganz besonders auch für hohe Umlaufzahlen geeignet erwiesen hat. Mehrere damit ausgerüstete Dampfmaschinen mit 300 Umläufen in der Minute sind seit zwei Jahren im Betriebe. Eine der wichtigsten Vorbedingungen für gutes Arbeiten bei den genannten Umdrehungszahlen ist allerdings eine beinahe reibungsfreie Dichtung der Ventilspindeln.

Zusammenstellung II.

Lokomotiven der preufsischen Staatsbahnen.

Grundform			Triebrad-durchmesser mm	zulässige Geschwindigkeit km/St.	Umläufe in der Minute
2/4	gekuppelte	Schnellzuglokomotive	1980	100	270
2/4	„	Heifsdampflokomotive . . .	2100	110	278
2/5	„	Schnellzuglokomotive	1980	100	270
2/4	„	Personenzuglokomotive . . .	1750	90	274
3/4	„	Heifsdampf-Personenzuglokomotive	1600	90	299
2/4	„	Personenzug-Tenderlokomotive	1600	75	250
3/4	„	Heifsdampf-Personenzug-Tenderlokomotive	1500	70	248
3/4	„	Güterzuglokomotive	1350	65	256
4/4	„	„	1250	45	190
4/4	„	Heifsdampf-Güterzuglokomotive	1350	50	196
3/4	„	Güterzug-Tenderlokomotive . .	1350	60	246
3/3	„	Nebenbahn-Tenderlokomotive	1100	40	193

Bisher hatte man nicht gewagt, eine Ventilsteuerung auf die Lokomotive zu übertragen**), obwohl die Umlaufzahlen, die bei diesen vorkommen, nach Zusammenstellung II für gewöhnlich weit unter 300 bleiben, selbst bei den im Auslande üblichen Geschwindigkeiten bis 120 km/St. ergeben sich bei einem Raddurchmesser von 2000 mm erst 319 Umdrehungen, während man sich von der Anwendung einer Ventilsteuerung folgende Vorteile gegenüber einer Schiebersteuerung versprechen mufste:

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1900, S. 1449; 1902, S. 1921.

**) Selbst Patente auf Ventilsteuerungen für Lokomotiven sind sehr spärlich. Ich kenne nur: Amerikanisches Patent 288787 vom 20. November 1883 von Carl W. Finger; D.R.P. 64184 vom 17. Mai 1891 von Guinotte nebst englischem Patente Nr. 13309; D.R.P. 143619 vom 29. November 1901 von Pielock.

1. Dampfdichter Schlufs, insbesondere bei Heifsdampf. Ventile pflegen sich im Betriebe immer passender auf ihren Sitz einzuarbeiten, während Schieber dazu neigen, undicht zu werden.
2. Schnelle Eröffnung und schneller Abschlufs des Dampfeintrittes und Dampfaustrittes, also Erzielung völligerer Dampfdruck-Schaulinien, insbesondere auch Herabsetzung der Einströmgeschwindigkeiten, also Fortfall der Drosselungsverluste*). Die völligeren Schaulinien ergeben ein gleichmäfsigeres Drehmoment.

*) Man findet bisweilen die Ansicht vertreten, dafs namentlich bei Maschinen, die mit sehr nassem Dampfe arbeiten, also besonders bei Lokomotiven, eine gewisse Drosselung des Dampfes von Vorteil sei, da hierdurch eine Trocknung oder Überhitzung des Dampfes erzielt werde und sich dementsprechende Ersparnisse ergäben. Diese Ansicht ist aber irrig; durch Drosselung des Dampfes lassen sich, wie übrigens durch Versuche an Dampfmaschinen einwandfrei nachgewiesen ist, vrgl. Hrabák, Hülfsbuch für Dampfmaschinen-Techniker 1906, Band II, S. 262, nicht nur keine Ersparnisse erzielen, sondern es ergeben sich Verluste, die unter Umständen nicht unerheblich sind. Bekanntlich hat man in Erkenntnis dieser Tatsache im Dampfmaschinenbaue die alten einfachen Drosselregler ganz verworfen, man verändert heute nur noch die Dauer der Einströmung, da selbst eine weit unter der wirtschaftlichen liegende Füllung noch vorteilhafter ist, als eine Abdrosselung (obige Quelle S. 261). Eine einfache Betrachtung gibt Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse. Erfolgt die Drosselung des Dampfes beispielsweise von 12 at auf 8 at ohne Verluste, so liefse sich bei nassem Dampfe die Nachverdampfung von etwa 1% Wassergehalt oder bei trockenem Dampfe eine Überhitzung von etwa 10° erreichen. Bei Nafsdampf ergibt sich unter Zugrundelegung der Zusammenstellungen von Hrabák ein Mehrdampfverbrauch von rund 10%, dem nur die Ersparnis der rund 1,8 Wärmeeinheiten für das kg Dampf gegenübersteht, die in dem 1% Wassergehalt bereits vorhanden sind; bei trockenem Dampfe stellt sich der Mehrverbrauch auf etwa 7%! Nun ist aber zu bedenken, dafs die Drosselung des Dampfes sowohl im Regler als auch ganz besonders in den Steuerkanälen nicht wie etwa in einer Turbinendüse möglichst ohne Wirbelung, sondern unter sehr starker Dampfwirbelung stattfindet. Es ergeben sich also bei diesen Drosselungen noch weitere, wahrscheinlich recht erhebliche Verluste.

Im Lokomotivbetriebe kann allerdings unter Umständen eine Drosselung durch den Regler zweckmäfsig sein, da bei unruhigem Wasser und weit geöffnetem Regler die für jede Zylinderfüllung erfolgende ruckweise Dampfentnahme Überreifsen veranlassen kann, das Verluste und sonstige Unannehmlichkeiten im Gefolge hat. Wird mittels des Reglers gedrosselt, so wirken Dampfrohre und Schieberkästen als Windkessel; die Dampfentnahme aus dem Kessel stellt sich nicht als Linie mit scharfen tiefen Absätzen, sondern als Wellenlinie dar. Es ist daher richtig, die Dampfeinströmungsrohre, namentlich bei Lokomotiven mit Kolbenschiebern, deren Schieberkästen nur geringe Dampfräume enthalten, reichlich grofs zu wählen. Dann erfolgt die Dampfentnahme auch bei weit geöffnetem Regler nicht ruckweise, sondern allmälig.

Eine Drosselung scheint ferner bei geringer Leistung, so bei Leerfahrten nötig, da die Zusammendrückung des Dampfes bei ganz kleiner Füllung zu grofs wird und die Lokomotive anfängt zu „stofsen". Richtiger wäre es, wenn die Dampfspannung in solchen Fällen, besonders wenn es sich um lange Leerfahrten handelt, etwa auf 6 bis 8 at statt, wie heute üblich, auf 12 bis 14 at gehalten und dafür weniger gedrosselt wird.

Ich verweise übrigens bei dieser Gelegenheit auf den Aufsatz von Langrod, Bemessung der Regleröffnung, Glaser's Annalen 1906, I, S. 5.

3. Verschwindend geringe Abnutzung und leichteres Nacharbeiten der Steuerteile. Ein Ventil kann jederzeit und überall nachgeschliffen werden, während eine Schieberfläche nur in einer Betriebswerkstätte abgerichtet werden kann.
4. Einfachere und sparsamere Schmierung, da wegen der geringen Reibung nur sehr wenig Öl nötig ist.

Hierzu kommen bei Anwendung der Lentzschen Steuerung folgende weiteren Vorteile:

5. Geringe Reibungsarbeit zur Betätigung der Steuerteile, Fortfall der wegen des wechselnden Hubes der Schieberstange immer zum Undichtwerden neigenden Stopfbüchsen. Die Ventilspindeln werden sauber in die Führung eingepafst und nur mit Labyrinthdichtung versehen. Die Anfertigung dieser Ventile und ihrer Führung erfordert allerdings genaue Arbeit; sie arbeiten aber reibungslos und können deshalb auch nicht hängen bleiben.

   Das lästige Verpacken von Stopfbüchsen fällt fort.
6. Wie oben ausgeführt, gröfste Sicherheit gegen Wasserschläge, da die Ein- und Auslafsventile, weil ständig bewegt, stets als Sicherheitsventile in Betriebsbereitschaft sind und selbst bei geringer Öffnung schnell grofse Durchschnittsquerschnitte bieten. Im Gefühl dieser Sicherheit werden die Sicherheitsventile bei Dampfmaschinen mit Lentz-Steuerung oft fortgelassen*).

*) Ich führe als Beispiele hierfür die 1901 in Düsseldorf von Gebr. Meer ausgestellte 400 pferdige Dampfmaschine, Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1902, S. 1921, sowie die 700 pferdige Betriebsmaschine der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft an.

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Angelegenheiten.

Der Verein für Eisenbahnkunde in Berlin

hatte ein Preisausschreiben*) erlassen zur Bearbeitung der Fragen:

I. Untersuchung über die zweckmäfsigste Gestaltung der Anlagen für die Behandlung der Stückgüter auf Bahnhöfen.

II. Die Bedeutung des Betriebskoëffizienten als Wertmesser für die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes.

Über den ersten Gegenstand sind 2 Arbeiten eingegangen, deren eine mit dem Kennwort »Mit vereinten Kräften vorwärts« einen Preis von 300 M., die andere mit dem Kennwort »Nicht Schale, sondern Kern« einen solchen von 200 M. erhalten hat, während von den 4 Bearbeitungen des zweiten Gegenstandes nur der Arbeit mit dem Kennwort »Schnelle Übersicht« ein Preis von 400 M. zuerkannt werden konnte. Die Berichterstattung des Beurteilungsausschusses hat aus besonderen Gründen bis in die Septembersitzung des Vereines verschoben werden müssen, zugleich ist die Abholungsfrist für die nicht mit Preisen ausgezeichneten Arbeiten bis Ende September d. Js. verlängert worden.

*) Organ 1905, S. 207.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Elektrische Stellwerksanlage in Council Bluffs.

(Railroad Gazette 1906, Juni, Band XL, S. 574. Mit Abb.)

Die Union Pacific-Bahn besitzt in Council Bluffs eine elektrische Stellwerksanlage mit 65 Hebeln und Platz für weitere 7 Hebel. Die Durchschnittszahl der täglichen Zugfahrten an der Abzweigung beträgt 240; fünf Verschiebemaschinen werden beständig verwendet, um Wagen von einer Bahn zur andern und nach und von zahlreichen Anschlufsgleisen zu befördern.

Die Ortsignale sind mit elektrischen Führungen versehen, damit sie durch die Wirkung des Gleisstromkreis-Übertragers in die Haltstellung fallen, sobald die Maschine eines Zuges das Signal überfährt. Die Vorsignale werden durch ihre Ortsignale gestellt, und zwar mittels Stromöffner, welche durch das an demselben Maste befindliche Ortsignal geöffnet werden, mit Ausnahme einer Stelle, an welcher sich kein Ortsignal befindet. Hier steht ein Scheibensignal, welches aber nicht mittels eines Stromöffners gestellt wird. Dieses Vorsignal hat seine eigene Führung.

Bei allen Schnellzuggleisen werden die Weichenhebel durch einen Gleisstromkreis verschlossen, mechanische Anzeigerstangen werden nur bei den für Verschiebebewegungen bestimmten Bahnhofsgleisen verwendet. Um eine Störung im Gleisstromkreise durch Ströme zu verhindern, welche von den Kraftleitungen und Strafsenbahnleitungen ausgehen und deren Stärke bis zu fünf Ampère beträgt, wird für die Gleisstromkreise Wechselstrom verwendet. Dieser wird von Abspannern geliefert, welche aus der Leitung einen Strom von 400 Volt nehmen. B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven der Chicago, Rock Island und Pacific- und der Atchison-Topeka und Santa Fé-Bahn.

(Railroad Gazette, 10. November 1905, S. 440. Mit Abb.)

Die Baldwin-Werke haben für die genannten Bahnen neue Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven verschiedener Bauart geliefert, über die die wichtigsten Angaben folgen.

Die für die erstgenannte Bahn bestimmte Lokomotive ist 2/5 gekuppelt, und lehnt sich soweit als angängig an die Bauart der 2/5 gekuppelten Zwillingslokomotive dieser Bahn an. Die innen liegenden Hochdruck-Zylinder arbeiten auf die vordere, die aufsen liegenden Niederdruck-Zylinder auf die hintere Triebachse.

Die Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven der Atchison-Topeka und Santa Fé-Bahn sind 3/6 gekuppelt und für Öl-Feuerung eingerichtet. Die Hochdruck-Zylinder liegen auch hier innerhalb des Rahmens, arbeiten aber gemeinsam mit den äufseren Niederdruck-Zylindern auf die mittlere Triebachse.

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die Hauptabmessungen beider Bauarten angegeben:

			Chicago, Rock Island u. Pacific-Bahn 2/5.	Atchison-Topeka u. Santa Fé-Bahn 3/6.
Dampfzylinder	Durchmesser Hochdruck d	mm	381	432
	« Niederdruck d_1	«	635	711
	Kolbenhub h	«	660	711
Triebraddurchmesser D		«	1854	1854
Heizfläche, innere, H		qm	273	306
Rostfläche R		«	4,6	—
Dampfüberdruck p		at	15,5	15,5
Heizrohre	Länge	mm	5740	6096
	Durchmesser, äufserer	«	57	57
	Anzahl		273	290
Mittlerer Kesseldurchmesser		mm	1676	1778
Gewicht im Dienste	Triebachslast L_1	t	47,9	68,9
« « «	im ganzen L	«	90,4	102,8
Inhalt des Tenders:	Wasser	cbm	26,5	32,2
« « «	Kohlen und Öl	t	10,9 Kohlen	cbm 12,5 Öl
Verhältnis H : R			60	—
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		qm/t	3,0	3,0
Zugkraft Z		kg	10890	14540
«	für 1 qm Heizfläche Z : H	kg/qm	40	48
«	für 1 t Dienstgewicht Z : L	kg/t	120	141
«	für 1 t Triebachslast $Z : L_1$	«	227	211

T.

Elektrischer Scheinwerfer für Lokomotiven.*)

(Schweizerische Bauzeitung 1906, 17. Februar, Seite 86. Mit Abb.)

Von der »Edwards Electric Light Co.« in Chicago wird seit einiger Zeit ein elektrischer Scheinwerfer für Lokomotiven ausgeführt, der sich auf amerikanischen Bahnen gut bewährt haben und bereits auf einer gröfsern Zahl von Lokomotiven angebracht sein soll. Das Lampengehäuse ruht auf einer gufseisernen Grundplatte, die auch eine kleine de Laval-Turbine von 355 mm Raddurchmesser trägt. Die Welle der Turbine läuft auf Kugeln und ist unmittelbar mit einem kleinen Stromerzeuger gekuppelt, der bei 2000 minutlichen Umdrehungen Strom von 30 bis 35 Ampère und 30 bis 35 Volt liefert. Durch eine 20 mm weite Leitung wird der Turbine Dampf aus dem Dome der Lokomotive zugeführt, das Auspuffrohr von 32 mm Durchmesser mündet in den Schornstein. Zur Einhaltung der Umlaufzahl ist ein Regler vorhanden, der den Dampfzutritt drosselt. Die Lampe selbst ist mit einer Kohlen-

*) Organ 1898, S. 236; 1902, S. 251; 1903, S. 197.



und einer Kupfer-Elektrode ausgerüstet. Vor der Hauptlinse ist, etwas höher als deren Achse, unter 45° ein Spiegel angeordnet, der etwa 40 % der erzeugten Lichtmenge in Form eines Strahlenbündels senkrecht nach oben auswirft und dadurch das Herannahen der Lokomotive auf grofse Entfernungen sichtbar macht. Um zu verhindern, dafs Führer von entgegenkommenden Lokomotiven durch das Licht geblendet werden, ist vor dem freibleibenden untern Teile der vordern Linse ein durchscheinender Rollvorhang angebracht, der vom Maschinenführer niedergelassen werden kann. R—t.

Neue Lokomotiven der Brünigbahn für gemischten Betrieb.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, Nr. 24, Juni, S. 285).

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinen-Bauanstalt in Winterthur hat eine neue Form einer Reibungs- und Zahn-Lokomotive entworfen. Die wesentlichsten Merkmale der neuen Lokomotiven liegen darin, dafs sowohl die vier Zylinder, als auch die zugehörigen Triebwerke aufserhalb der Rahmen angeordnet sind, und dafs die Maschine auf der Reibungsstrecke als Zwillings-, auf der Zahnstange als Verbund-Lokomotive arbeitet. Gegenüber der bisherigen Anordnung von vierzylindrigen Berglokomotiven, bei denen sich die beiden Zylinder für den Zahnbetrieb mit den Triebwerken und Steuerungen innerhalb der Rahmen befinden, ist durch die neue Bauart eine bessere Übersicht und leichte Untersuchung aller bewegten Teile möglich. Die Zylinder sind vorn neben der Rauchkammer paarweise übereinander angeordnet. Sie sind für jede Seite aus einem Stücke gegossen, beide Zylinderpaare sind fest mit einander verschraubt, sodafs sie ein starres Ganzes bilden. Für den Reibungsbetrieb dienen die unteren Zylinder. Das Triebwerk der Zwillingsmaschine bietet nichts Neues. Bei 28 t Reibungsgewicht vermag die Lokomotive auf 20 ‰ Steigung einen Zug von 100 t Gewicht mit 20 km/St. zu befördern, die gröfste Geschwindigkeit auf der Reibungsstrecke ist 40 km/St. Soll neben dem Reibungs-Triebwerke das Zahntriebwerk in Tätigkeit treten, so ist ein in jede Zylindergruppe eingebauter Drehschieber vom Führerstande aus so zu stellen, dafs die Verbindung der beiden unteren Zylinder mit dem Blasrohre unterbrochen, und der Dampf gezwungen wird, in den oberen Zylinder mit Verbundwirkung weiter zu arbeiten. Die Zugkraft der Reibungsmaschine beträgt 5000 kg, die der Zahnmaschine 6000 kg, zusammen 11000 kg. Damit kann die Lokomotive einen Zug von 50 t auf 120 ‰ Steigung mit etwa 11 km/St. fahren.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

	Spurweite	1000 mm
Reibungs-Triebwerk	Zylinderdurchmesser d	380 «
	Kolbenhub	450 «
	Triebraddurchmesser D	910 «
	Anzahl der Triebachsen	3
	Fester Achsstand und ganzer Achsstand	3100 mm
Zahn-Triebwerk	Zylinderdurchmesser d	380 «
	Kolbenhub h	450 «
	Übersetzung	1:2,2
	Triebraddurchmesser D	860 mm
	Ganze Heizfläche H	62,2 qm
	Rostfläche R	1,3 «
	Dampfdruck p	14 at
	Wasservorrat	2800 l
	Kohlenvorrat	800 kg
	Gewicht der Lokomotive leer	23500 kg
	« « « im Dienste	30000 «

Dadurch, dafs das Zahntriebwerk 2,2 mal schneller läuft, als das Reibungs-Triebwerk, ist bei gleichen Zylindermafsen das für die Verbundarbeit nötige Raumverhältnis der Zylinder hergestellt. W—s.

Selbsttätige Wagenkuppelungen in England.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, 20. Jahrgang, Heft Nr. 7, Juli 1906, S. 815.)

Es ist ein aus Vertretern der Regierung und der Eisenbahn-Gesellschaften bestehender Ausschufs eingesetzt, um die Frage einer selbsttätigen Wagenkuppelung zu prüfen, dem die Regierung die für Versuche erforderlichen Geldmittel zur Verfügung gestellt hat.

Für Personenzüge findet bislang die amerikanische Laycock-Kuppelung immer mehr Anwendung. Die »Great Central«, »Great Northern«, »North British«, »North Eastern« und »East Coast Joint Stock« haben sie bereits bei 1500 Fahrzeugen des Schnellzugdienstes angebracht.

Für Güterzüge dagegen ist trotz jahrelanger eingehender Versuche noch keine der vielen Arten zur Einführung gelangt, weil keine Eisenbahngesellschaft sich der Gefahr aussetzen will, bei Einführung einer Einheitskuppelung die ihrige entsprechend ändern zu müssen. Rgl.

Die Lokomotiven der Reibungs- und Zahn-Bahn von Ilmenau nach Schleusingen.

(Zeitschrift für Bauwesen 1906, Heft IV bis VI, S. 343. Mit Abb.)

Die Lokomotiven der Bauart Abt haben drei gekuppelte Reibungsachsen und hinten eine Adams-Achse, zwei äufsere Dampfzylinder treiben die Reibungs-, zwei innere die Zahnräder an. Das aus zwei Zahnrädern mit daneben liegenden Bandbremsscheiben bestehende Zahntriebwerk liegt in einem besondern, auf der Trieb- und der ersten Kuppel-Achse gelagerten Rahmen. Jedes der beiden Zahnräder hat zwei Zahnkränze mit je 18 Zähnen, die entsprechend der Teilung der Zahnstange von 120 mm um die Hälfte gegen einander versetzt sind, sodafs an jedem Rade nach einander 36 Zähne mit 60 mm Teilung zum Eingriffe kommen. Bei der durch die Verschränkung verdoppelten Eingriffsdauer konnte der Teilkreisdurchmesser mit 688 mm verhältnismäfsig klein und von der Verwendung eines Vorgeleges Abstand genommen werden. Der Antrieb findet unmittelbar statt, woraus sich regelmäfsigere Abnutzung der Radzähne und ruhigerer Gang der Lokomotive ergibt. Zum Bremsen der Personenwagen dient die Westinghouse-Bremse, für die Achsen des Reibungstriebwerkes ist aufserdem eine Wurfbremse angebracht. Zum Bremsen des Zahntriebwerkes ist eine Bandschraubenbremse und schliefslich zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit auf Strecken mit starkem Gefälle die dritte

unabhängige, sowohl auf den Reibungs-, als auch auf den Zahnstrecken anwendbare Rückdruckbremse von Riggenbach vorhanden. Weil der Wasserstand an der Hinterwand der Feuerkiste bei Berg- und Tal-Fahrt um 340 mm wechselt, sind die Wasserstandsgläser am Langkessel, etwa 3 m vom Führerstande entfernt, angebracht. Laternen hinter den Gläsern und Schauröhren sorgen für Erkennbarkeit des Wasserstandes auch bei Dunkelheit, Regen und Nebel.

Die ersten drei Lokomotiven wurden von der Bauanstalt Efslingen beschafft, drei weitere von abweichender Ausführung von Borsig geliefert. Die Hauptabmessungen und Leistungen der Lokomotiven sind folgende:

		Ausführung Efslingen.	Ausführung Borsig.
Reibungsdampfzylinder:			
Durchmesser	mm	470	470
Kolbenhub	«	500	500
Zahnradzylinder:			
Durchmesser	«	420	420
Kolbenhub	«	450	450
Heizfläche	qm	122,78	129,0
Rostfläche	«	2,113	2,1
Dampfüberdruck	at	12	12
Durchmesser der Reibungsräder im Laufkreise	mm	1080	1080
Durchmesser der Laufräder im Laufkreise	«	800	800
Teilkreisdurchmesser der Zahnräder	«	688	688
Fester Achstand	«	3250	3250
Ganzer Achsstand	«	5050	5050
Abstand der Zahnradachsen	«	930	930
« « Reibungszylinder	«	2060	2060
« « Zahnradzylinder	«	784	784
Höhe der Kesselmitte über S. O.	«	2250	2315
Wasserraum	cbm	4,8	4,8
Kohlenraum	kg	1200	1200
Dienstgewicht	t	55,9	58,5
Leergewicht	«	—	46,6

Folgende Beziehungen zwischen Last und Geschwindigkeit sind festgesetzt worden:

Fahrgeschwindigkeit km/St.	Zuglast			
	Achsen	t	Achsen	t
	auf der Steigung 1:20		1:16,67	
10	22	165,0	18	135
12	20	150,0	16	120
15	17	127,5	14	105

Die Lokomotiven können als gewöhnliche Tenderlokomotiven verwendet werden, weil der das Zahntriebwerk aufnehmende Rahmen von der Reinigungsgrube aus leicht entfernt werden kann.

Da die Zahnkrone der Zahnräder im Mittel 25 mm, unter Umständen aber nur 20 mm über S. O. bleibt, so darf auf den von den Zahnlokomotiven befahrenen Reibungsbahnen in der Gleismitte kein Gegenstand über Schienenhöhe hinausragen. Hierauf mufs besonders an den Wegeübergängen auf allen von den Zahnlokomotiven zu befahrenden Strecken, also auch auf dem Wege zur Werkstatt geachtet werden. —k.

Stählerne Personenwagen der New-York Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette, 3. November 1905, S. 424. Mit Abb.)

Für die New-York Zentral-Bahn, auf der demnächst elektrischer Betrieb eingeführt werden soll, sind besondere, ganz aus Eisen bestehende, für den Vorortdienst bestimmte Wagen entworfen. Bei dem Entwurfe ist darauf Rücksicht genommen, dafs sie in der Übergangszeit auch für Dampfbetrieb Verwendung finden, und später leicht zu Triebwagen umgebaut werden können. Da sie längere Strecken zu durchlaufen haben, so sind sie mit allen erforderlichen Bequemlichkeiten einschliefslich Abortanlagen versehen.

Um Feuersgefahr tunlichst auszuschliefsen, hat man als Baustoff nur Eisen verwandt, mit alleiniger Ausnahme des Rohrgeflechtes der Sitze, das aber mit einem Feuerschutzmittel getränkt ist. Die ganze Länge des Wagens beträgt 18,3 m, die Höhe über Schienenoberkante 4,2 m, die gröfste Breite aufsen 3,0 m. Der Mittelgang im Innern ist 0,7 m breit, sodafs für die Quersitze rechts und links noch je 0,97 m bleiben. An dem einen Ende des Wagens befinden sich zwei Abortanlagen, am entgegengesetzten Ende wird der entsprechende Raum durch zwei Längssitze eingenommen.

Die Endbühnen sind ganz geschlossen und bilden den Raum für den Fahrer mit Anlasser und Bremse. An der Kopfwand hat jeder dieser Führerstände eine nach innen aufschlagende Tür, die für gewöhnlich geschlossen gehalten wird; die Seitentüren des Wagens sind Schiebetüren. Für die Übergangszeit sind vor diesen Ausgängen kurze Treppen angebracht, die später nach Erhöhung der Bahnsteige fortfallen sollen.

Mit Rücksicht auf die Übergangszeit sind die Wagen sowohl für Gasbeleuchtung und Dampfheizung, als auch für elektrische Beleuchtung und Heizung eingerichtet. Daher sind Gasbehälter unter den Wagen angebracht, die fünf Deckenlampen und je eine Lampe in den beiden Führerständen speisen. Die Dampfleitungen liegen an den Längswänden unter den Sitzen und haben in der Mitte auf jeder Wagenseite eine Dehnungschleife; später soll unter jedem Sitze ein elektrischer Heizkörper angebracht werden. Für die elektrische Beleuchtung sind sechs Doppellampen an der Wagendecke und eine einfache Lampe über jedem Sitze vorgesehen.

Die Anordnung des Untergestelles soll später in ihren Einzelheiten veröffentlicht werden. Der Wagenkasten ruht auf zwei Drehgestellen, von denen nur das eine von zwei Maschinen angetrieben wird. Für die Übergangszeit soll ein Teil der Wagen nur mit Lauf-Drehgestellen versehen werden, von denen später das eine durch ein Triebdrehgestell ersetzt werden kann. Von der Verwendung der bisherigen hölzernen Wagen ist mit Rücksicht auf die Feuergefährlichkeit des elektrischen Betriebes Abstand genommen.

Die Triebdrehgestelle sind von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft entworfen und ähneln den Lokomotiv-Drehgestellen. Sie haben Barrenrahmen und zwei Maschinen von je 200 P.S., deren Einbau einen Achsstand von 2,13 ^{m} erforderte; der Durchmesser der Räder beträgt 914 ^{mm}, der der Achsen in der Mitte 178 ^{mm}. Die von derselben Gesellschaft entworfenen Laufdrehgestelle haben kleinern Achsstand von 1,83 ^{m}, schwächere Achsen und einen Raddurchmesser von 838 ^{mm}.

Jedes Drehgestell hat rechts und links einen Stromabnehmer, jeder Wagen also im ganzen vier. Für die Fahrschalter soll die Sprague'sche Schaltung angewandt werden, die die Steuerung aller Triebmaschinen des Zuges von einem Schalter aus ermöglicht. Alle Leitungen sind in eisernen Rohren an der Aufsenseite der Wagen verlegt. Zum Schutze gegen Kurzschlufs unterhalb der Wagen ist unter dem Fufsboden noch eine Zementschicht vorgesehen.

Das Leergewicht eines Triebwagens beträgt 46,5 t, das eines Anhängewagens 39,7 t. Beachtenswert ist der Vergleich der Zuggewichte für Dampf- und für elektrischen Betrieb. Ein aus einer Dampflokomotive und sechs Wagen bestehender besetzter Zug wiegt 317,6 t; bei elektrischem Betriebe hat ein aus vier Trieb- und zwei Anhängewagen zusammengestellter und mit derselben Anzahl von Fahrgästen besetzter Zug ein Gewicht von 281,9 t. Trotz des höhern Gewichtes der eisernen Wagen ergibt sich somit eine Ersparnis von 35,7 t. T.

Signalwesen.

Elektrische Signalanlage der Neu-York Zentral und Hudson-Flufs-Bahn in Neu-York.

(Railroad Gazette 1906, Juni, Band XL, S. 705. Mit Abb.)

Sowohl die Block- als auch die Stellwerk-Signale des elektrisch betriebenen Teiles der Neu-York Zentral und Hudson-Flufs-Bahn sollen durch einen elektrischen Strom bedient werden, welcher einer an der ganzen Länge des Bahnnetzes entlang laufenden Leitung entnommen wird. Alle Gleis- und Signal-Stromkreise werden Wechselstrom erhalten; nur für die Stellwerke werden Speicher für Gleichstrom verwendet; letztere werden durch einen Umformer geladen, der den Strom aus der Leitung nimmt.

Das elektrisch betriebene Bahnnetz erstreckt sich auf dem Hudson-Teile vom Haupt-Bahnhofe in Neu-York nördlich bis Croton auf 56,3 km, und auf dem Harlem-Teile von Mott Haven bis White Plains auf 30,6 km. Auf diesen Strecken sollen vier Hauptgleise verlegt werden. Die Anlage wird ungefähr 3000 Stellwerkshebel und 1400 Gleisstromkreise enthalten, welche ungefähr 600 km Gleis umfassen.

Die beiden Haupt-Kraftstationen befinden sich in Port Morris und Yonkers. Diese liefern Dreiphasen-Wechselstrom von 25 Stromwechseln in der Sekunde und 11000 Volt Spannung. Auf den Unterstationen wird dieser Strom abgespannt und umgeformt in Gleichstrom von 600 Volt und dann in die Speiseschiene geschickt.

Die Abspanner für den Signaldienst senden Wechselstrom von 3000 Volt in die Signalleitung, welche, obgleich sie sich über die ganze Länge des Bahnnetzes erstreckt, in der Mitte zwischen jedem Paare von Unterstationen durchschnitten ist, so dafs jeder von einer Unterstation gespeiste Streckenabschnitt von dem angrenzenden unabhängig bleibt.

Das Werk jeder Unterstation hat selbsttätige und von Hand gestellte Weichen. Sollte der Wechselstrom versagen, so werden Umformer die Signalleitung aus dem Strome eines Speichers in der Unterstation mit Wechselstrom speisen. Ein Regler wird zwischen dem Abspanner und dem Umformer aufgestellt.

Für die Bedienung der Signalstromkreise, Signal-Triebmaschinen, Rückmelder und Signal-Erleuchtung wird der Strom von 3000 Volt auf 50 Volt abgespannt durch Abspanner, welche auf den Signalbrücken oder an den Signalmasten angebracht sind.

Die Spannung des Gleisstromes hängt von der Länge des Stromkreises ab und wechselt von 1,5 Volt für Stromkreise von 61 ^{m} bis 8 Volt für Stromkreise von 152 ^{m} Länge. Die Abspannung von 50 Volt auf die Gleisspannung geschieht durch einen mit vier Klemmen versehenen Abspanner, so dafs für alle Gleisstromkreise dieselbe Art von Abspannern verwendet werden kann.

Die Länge der Blockstrecken richtet sich nach der Bremslänge. Für Geschwindigkeiten bis 72 km/St. betragen die Blocklängen 366 ^{m}, für Geschwindigkeiten von 72 bis 97 km/St. 762 ^{m} und für Geschwindigkeiten über 97 km/St. 914 ^{m}; die Durchschnittslänge der langen Blockabschnitte beträgt ungefähr 975 ^{m}. Alle Blockabschnitte haben eine Deckung von einer ganzen Blocklänge. Für jedes Ortsignal ist ein Vorsignal vorgesehen, welches in der Regel am Maste des nächst rückliegenden Ortsignales angebracht ist. Liegt dieses für die verlangte Geschwindigkeit nicht weit genug zurück, so wird das zwei Blockabschnitte zurückliegende Vorsignal verwendet. Wegen der Dichtigkeit des Verkehres und der Notwendigkeit der schnellen Wirkung sind die Signal-Triebmaschinen so eingerichtet, dafs sie das Signal in drei Sekunden ziehen.

Bei kurzen Gleisstromkreisen war es zweckmäfsig, eine der Schienen jedes Gleises Signalzwecken zu überlassen, aber auf dem gröfsern Teile des Bahnnetzes war es für den elektrischen Betrieb vorteilhaft, beide Schienen jedes Gleises für den Betrieb-Rückstrom zu benutzen. Wo die Gleisstromkreise nicht über 152 ^{m} lang sind, und wo der Spannungsabfall auf die Länge der Gleisstromkreise nicht gröfser ist als 50 Volt, wird für die letzteren die einschienige, für alle über 152 ^{m} langen Gleisstromkreise die zweischienige Bauart verwendet. Bei diesen Stromkreisen sind Drosselwickelungen erforderlich, durch welche um die stromdichten Schienenstöfse herum eine Verbindung der Schienenenden hergestellt wird, welche den Gleichstrom durchläfst, den Wechselstrom abdrosselt.

In einem Blockabschnitte mit einschieniger Bauart fliefst der Betriebstrom durch die durchgehende Schiene, im Falle des Bruches dieser Schiene mufs der Strom durch die benachbarten Gleise fliefsen. Zu diesem Zwecke sind alle Gleise quer verbunden. In den Blockabschnitten mit zweischieniger Bauart bildet jede Fahrschiene eines Gleises einen getrennten und unabhängigen Leiter, so dafs, wenn die eine Schiene unterbrochen ist, die andere als Rückleiter dienen würde, auch wenn

keine Querverbindung mit den benachbarten Gleisen vorhanden wäre.

Die Teilung der Querverbindungen soll nicht über 488 m betragen. Aus diesem Grunde werden für die Gleisstromkreise zwei Arten von Drosselwickelungen verwendet. Für Blockabschnitte von 152 bis 488 m Länge bestehen die Drosselwickelungen aus einer 25 mm starken und 9 m langen, in acht Windungen um einen eisernen Kern gewundenen Kupferstange. Mit einer solchen Wickelung kann zugleich die Querverbindung an den Enden der Gleisabschnitte hergestellt werden. Für Gleisstromkreise von mehr als 488 m Länge ist eine aus einer gewundenen Kupferstange ohne Eisenkern bestehende Drosselwickelung die billigste und die allein verwendete.

Der Gleis-Übertrager hat zwei Feldwickelungen. Die eine Wickelung wird erregt durch den Signalstrom von 50 Volt, welcher den gröfsern Teil der für die Magnetisierung der Feder und des Ankers erforderlichen Spannung liefert. Die andere Wickelung wird durch den Strom aus den Fahrschienen erregt; dieser braucht nur stark genug zu sein, um den zur Drehung des Ankers erforderlichen Magnetismus zu liefern. Der Anker dreht sich um einen Winkel von $37\,^1/_2{}^0$. Während dieser Bewegung werden die Stromschlüsse auf $23\,^1/_2{}^0$ getrennt und auf 14^0 geschlossen, so dafs sich ein sicherer Schlufs im Gleiten ergibt. Dieser Übertrager spricht nur auf einen Strom der eigenen Phase an. Sofern der für die anliegenden Abschnitte verwendete Strom entgegengesetzte Richtung hat, wird die Stromsonderung beim Öffnen des Übertragerschlusses unterbrochen.

Die Signale werden durch eine einphasige Wechselstrom-Triebmaschine von 0,25 P. S. bedient. Die Stellung des Vorsignales wird mittels eines am Ortsignale angebrachten Stromschliefsers geregelt.

Die elektrischen Signallampen haben eine Stärke von 4 Kerzen. Sie sind nebeneinander geschaltet, und eine Schmelzverbindung ermöglicht, dafs jede Lampe ohne Wirkung auf andere Lampen desselben Stromkreises ausgeschaltet werden kann.

Die in dem 3,2 km langen Parkallee-Tunnel verwendeten Signale werden nur aus Lichtern ohne bewegliche Teile bestehen. In einem Kasten hinter Linsen von bestimmter Farbe werden elektrische Lichter angebracht. Der Strom für die Lampen wird unmittelbar durch die Übertragerschlüsse geregelt. Die Lampen, welche die Farbe für »Halt« und »Achtung« zeigen, werden erleuchtet, sobald der Gleis-Übertrager stromlos wird, und diejenigen, welche »Fahrt» geben, werden erleuchtet, wenn der Übertragerschlufs geschlossen ist.

Bei den Stellwerksanlagen wird zur Stellung der Weichen und Signale Gleichstrom aus Speichern verwendet. Die Rückmeldung wird durch den von der Triebmaschine erzeugten Strom gegeben. Die letztere wird nämlich am Schlusse des Hubes bei der Signal- oder Weichenbewegung in einen Erzeuger verwandelt und gibt vermöge der Trägheit dann genügend Strom, um das Hebelschlofs im Stellwerke frei zu geben.

Der zur Ladung dieser Speicher dienende Strom wird von einem Umformer geliefert, welcher den Strom einem durch die Signalleitung von 3000 Volt gespeisten und Strom von 150 Volt liefernden Abspanner entnimmt.

Die Blocksignale haben unmittelbare elektrische Rückmeldung. Die gezogenen Signale fallen in die Haltstellung zurück, wenn der durch den Stellmagnet fliefsende Strom unterbrochen wird; aber die Rückmeldung von der Signal-Triebmaschine im Stellwerke erfolgt erst, wenn der Hebel in die Grundstellung zurückgelegt ist. Der Schlufs der Signalstromkreise hängt von der richtigen Stellung aller der Fahrstrafse feindlichen Weichen ab. Druckschienen werden nur an der Aufsenschiene in scharfen Bogen verwendet. Im übrigen werden sie durch kurze elektrische Gleisstromkreise ersetzt, mittels deren die Gleis-Übertrager während der Zugfahrten die Weichen durch Einwirkung auf Verschlüsse an den Weichenhebeln verschliefsen. Die Verwendung dieser kurzen Gleisstromkreise mit den nach dem Stellwerke führenden Drähten ermöglicht mit geringen Kosten die Verwendung eines erleuchteten Gleis-Anzeigers im Stellwerksturme. Dieser besteht aus einem auf eine Glasplatte gezeichneten Gleisplane des Stellwerksbezirkes, dessen Gleisstromkreis-Abschnitte hinter dem Glase je ein rotes und ein weifses elektrisches Licht haben. Wenn der Gleisabschnitt besetzt ist, wird auf dem Anzeigerplane ein rotes, sonst ein weifses Licht gezeigt. Wo die Gleise überdacht sind, kann der Signalwärter die Fahrten vieler Züge nicht sehen; hier ist ein Anzeiger dieser Art unbedingt erforderlich.

Wie bei den selbsttätigen Blocksignalen im Parkallee-Tunnel, werden die Stellwerksignale auf dem Haupt-Bahnhofe nur durch Lichter gegeben. Bei dieser Stellwerksanlage schliefst jedoch der Signalhebel den Stromkreis für die Lampen, um die Farbe für die Meldung zu geben.

Die Quelle enthält eine grofse Zahl von Übersichtsplänen, Schaltungsskizzen und Einzelangaben. B—s.

Betrieb.

Über die Zugwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge.*)

Im Anschlusse an unsern frühern Bericht**) über diesen Gegenstand teilen wir noch folgende Einzelheiten mit.

Die Versuche der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen boten in den letzten Jahren eine besonders gute Gelegenheit, Ermittelungen über Zugwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge anzustellen, da für diese Versuche ein guter Oberbau zur Verfügung stand, hohe Fahrgeschwindigkeiten angewendet wurden und vorzügliche Mefsvorrichtungen vorhanden waren. Die Ermittelung des Widerstandes erfolgte

1. mittels eines Zugkraftmessers, der zwischen dem Schnellbahnwagen, dessen Widerstand gemessen werden sollte, und die ihn ziehende Lokomotive geschaltet war;
2. durch Messung des Arbeitsverbrauches des elektrischen Triebwagens;
3. durch Auslaufversuche, und
4. durch Messung des Drehmomentes der Triebmaschinen.

*) Ausführlich in Glaser's Annalen 1906, Heft 12, S. 223.

**) Organ 1906, S. 167.



Als Ergebnis der Versuche hat sich folgende Formel für den Widerstand eines ganzen Zuges ergeben:

$$W^{kg} = G_1^t (a_1 + b_1 v^{km/St.}) + G_2 (a_2 + b_2 v^{km/St.}) + 0,0052 (v^{km/St.})^2 F \text{ qm}.$$

Hierin sind G_1 das Gewicht der Lokomotive oder des Triebwagens, G_2 das Gewicht der Anhängewagen, a_1, a_2, b_1 und b_2 für Dampflokomotiven, Triebwagen und Anhängewagen verschiedene Erfahrungswerte und zwar

für Personenzuglokomotiven nach von Borries . . . . $a_1 = 4$, $b_1 = 0,027$,
für Triebwagen nach den Versuchen der Studiengesellschaft . . . . $a_1 = 1,8$, $b_1 = 0,0067$,
für Anhängewagen nach den Versuchen der Studiengesellschaft . . . . $a_2 = 1,3$, $b_2 = 0,0067$,

F ist die für den ganzen Zug in Rechnung zu ziehende Ersatzfläche und zwar:

für die jetzigen Lokomotiven mit Tender . . . . 10 qm,
für Lokomotiven mit Tender, die für hohe Fahrgeschwindigkeiten mit zugespitzter Stirnfläche versehen sind, sowie für Triebwagen mit zugespitzter Stirnfläche . . . . 7,5 «
und für jeden Anhängewagen in D-Zügen . . . . . 1 «

Zur Berücksichtigung ungünstiger Witterung, namentlich Gegenwindes, empfiehlt es sich, den Wert von $v^{km/St.}$ um etwa 20 höher einzusetzen, als die höchste Fahrgeschwindigkeit betragen soll, entsprechend einer Windgeschwindigkeit von 5 bis 6 m/Sek.

Berechnet man hiernach den Widerstand eines Zuges mit Dampflokomotive und eines elektrisch betriebenen Zuges von ungefähr gleichem Fassungsraume bei 120 km/St. Geschwindigkeit, so erhält man folgende Werte.

Der Dampfzug bestehe aus einer neuesten Schnellzuglokomotive mit Tender von zusammen 100 t Gewicht mit 7,5 qm Ersatzfläche und aus fünf Wagen einschliefslich eines Packwagens von je 40 t Gewicht, der elektrische Zug aus einer elektrischen Lokomotive mit derselben Ersatzfläche, ausreichendem Gepäckraume und 80 t Gewicht, sowie vier Personenwagen von je 40 t Gewicht.

Für den Dampfzug ergibt sich ein Gesamtzugwiderstand von . . . . 2078 kg
für den elektrischen Zug ein solcher von . . 1408 «

entsprechend einem Arbeitsverbrauche von 923 P.S. für den Dampfzug und 625 P.S. für den elektrischen Zug. Das für den Dampfzug ungünstige Ergebnis rührt zum Teil daher, dafs bei der Dampflokomotive der Widerstand der Dampfmaschine und die hieraus entstehenden Arbeitsverluste mit in Rechnung gestellt sind, während sich für den elektrischen Zug die Arbeitsverluste im Kraftwerke nicht in gleicher Weise einrechnen lassen. W—s.

Elektrische Eisenbahnen.

Die Pariser Stadtbahn. Linie Nr. 3.

(Revue générale des chemins de fer, Juni 1905, Nr. 6, S. 408.)

Im Anschlusse an die früheren*) Berichte, teilen wir über den weiteren Ausbau der Stadtbahn in Paris folgendes mit.

Von der ganzen Länge von 75,5 km aller 8 Linien entfallen auf Linie Nr. 3 7,0 km, ihre 15 Bahnhöfe haben einen mittlern Abstand von 412 m. Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt auf freier Strecke 100 m, in Bahnhöfen bis zu 60 m. Die stärkste Neigung von 40 ‰ liegt bei der Unterquerung des Kanals St. Martin. Beim Bahnhofe Père Lachaise geht Linie Nr. 3 über Nr. 2 hinweg.

Alle gröfseren Bahnhöfe haben Notausgänge. Die Treppen sind so angelegt, dafs die Reisenden sich nicht begegnen können. Die Fahrkartenschalter stehen ringsum frei. Man tritt von links an sie heran. Die Fahrkartenausgabe geschieht durch eine elektrisch betriebene Vorrichtung, deren Bedienung durch eine Verkäuferin sehr einfach und zuverlässig ist.

Die Betriebsmittel der Strecke bestehen aus 19 Wagenzügen, von denen 15 in regelmäfsigem Dienste stehen, während 4 in Bereitschaft sind. Am Anfange und Ende jedes Wagenzuges befindet sich ein Triebwagen, diesem folgt je ein Wagen II. Klasse, und in der Mitte läuft ein Wagen I. Klasse. Die Triebwagen haben im vordern Drehgestelle zwei Triebmaschinen von je 175 P.S., welche auf der Wagerechten eine Anfahr-Beschleunigung von 0,55 m/Sek. geben. Sie sind einerseits auf der Achse, anderseits federnd auf einem Querstücke gelagert.

*) Organ 1896, S. 185; 1899, S. 153; 1900, S. 288; 1904, S. 139; 46.

Die aus gufseisernen Stäben bestehenden Vorschaltwiderstände werden alle drei Tage auf ihren Zustand geprüft. Der Wagenkasten ist 13,32 m lang, 2,26 m breit und 228 m hoch, der Drehzapfenabstand 9,1 m. Ein Wagen enthält 25 Sitzplätze II. Klasse und 45 Stehplätze. Die Beleuchtung geschieht durch 15 Lampen. Die Beiwagen I. und II. Klasse haben 12,47 m Kastenlänge, 2,42 m Breite und 2,336 m Höhe. Die Entfernung der Drehzapfen ist 8,45 m. Sie enthalten je 37 Sitzplätze und 45 Stehplätze. Alle Wagen haben an jeder Langseite drei Schiebetüren. Die Prefspumpe für die Westinghousebremse saugt 880 l/Min. Luft an. Ihre Triebmaschine gebraucht bei 600 Volt 8,5 Amp. Die Zugbesetzung besteht aus fünf, eine Bahnhofsmannschaft aus neun Beamten. Im ganzen sind auf der Linie Nr. 3 434 Beamte, davon 214 im Stationsdienste beschäftigt.

Der Betriebstrom wird in dem Kraftwerke am Quai de la Rapée als Drehstrom von 5000 Volt erzeugt, in dreiadrigen Kabeln von 90 qmm Querschnitt mit einer Belastung von 1 Amp./qmm den Unterstationen an der Rue Caumartin und am Boulevard Ménilmontant zugeführt und dort durch vier und fünf umlaufende Umformer in Gleichstrom von 270 und 360 Volt umgeformt. Aufserdem hat jede Unterstation einen Speicher von 288 Zellen, der als Buffer dient. Die Gleichstromleitungen haben mit Rücksicht darauf, dafs drei bis vier Wagenzüge der Strecke gleichzeitig anfahren können, die geringe Belastung von 0,63 Amp/qmm erhalten. Der positive Leitungsdraht ist durch Kautschuk gedichtet, der negative dagegen blank verlegt.

Die Stromzuführungschiene enthält auf 1 kg 1,4 gr Kohlen-

stoff und 5 gr Mangan und ist mit 0,092 Amp./qmm belastet. Die Rückleitung erfolgt durch die Laufschienen, deren Widerstand 0,029 Ohm/km beträgt. Die positive Leitung hat 23 Volt, die negative 17 Volt Spannungsverlust.

Die Lichtleitung mit einem Arbeitsbedarfe von 227 KW ist unabhängig von der Kraftleitung und wird durch Speicher gespeist. Die Glühlampen von 110 Volt sind zu fünf hinter einander geschaltet.

Die Strecke enthält 31 Einfahr-, 32 Ausfahr- und 4 Zwischensignale nach Hall*). Das »Halt«-Signal wird, sofern es nicht durch einen Zug in der vorliegenden Strecke unter Verschlufs gehalten wird, freigegeben, sobald ein Zug in die rückliegende Strecke einfährt. Als weitere Sicherheitseinrichtungen sind zu nennen: Fernsprecher zwischen allen Stationen und auf längere Strecke, sowie »Lärmglocken«, die beim Überfahren eines »Halt«-Signales in Tätigkeit treten.

Die Werkstätte in St. Fargeau hat eine bebaute Fläche von 9668,03 qm. Der Wagenschuppen hat sieben Gleise mit Arbeitsgruben und eine elektrisch betriebene Schiebebühne zur Verbindung mit der Werkstatt. Die Werkzeugmaschinen haben elektrischen Einzelantrieb. Rgl.

*) Organ 1894, S. 68, 85; 1898, S. 130, 197.

Technische Litteratur.

Brockhaus' Kleines Konversationslexikon*). Fünfte vollständig neu bearbeitete Auflage. Hefte 34 bis 39.

Das schnelle Erscheinen der weiteren Hefte nach Ausgabe des fertigen ersten Bandes bietet Gewähr dafür, dafs auch der zweite Band und damit das ganze Werk baldigst vorliegen wird, ein sehr zu begrüfsendes Ereignis, da es sich um eine hervorragend gute und nützliche Erscheinung des deutschen Veröffentlichungswesens handelt. Auch die jetzt herausgegebenen sechs Hefte sind wieder reich an geschickten Darstellungen von Fragen allgemeiner Bedeutung und an bildlichen Darstellungen, Karten und Zahlennachweisungen. Tafeln wie die über die Entwickelung der Lokomotive, über die Bühnenanordnung aller mafsgebenden Zeiten, die mit Darstellungen der wichtigen biblischen Orte, des Luftballons, der Menschenrassen bieten auf engem Raume überaus reiche Anregung und die farbig ausgeführten Blätter mit Schmetterlingen und Vögeln erfreuen das Auge durch ihre naturwahre Farbenpracht. Wir machen auch auf Grund des Eindruckes dieser Hefte von neuem auf das Werk aufmerksam.

Wir empfehlen daher das gut ausgestattete reichhaltige und gründliche Werk zu eingehender Kenntnisnahme.

Indizieren und Auswerten von Kurbelweg- und Zeitdiagrammen. Von A. Wagener, Professor an der Königl. Technischen Hochschule zu Danzig. Berlin, 1906, J. Springer. Preis 3 M.

Das Buch behandelt einen dem Eisenbahntechniker besonders am Herzen liegenden Gegenstand in gründlicher Weise an verschiedenen Verwendungs-Beispielen des Indikators und unter Verfolgung der in der Vorrichtung selbst steckenden Fehlerquellen, insbesondere auch die Benutzung von Schwachstromleitungen zur Bedienung der Mefsvorrichtungen und die Prüfung der Indikatoren.

Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau 1906 XIV. Jahrgang. Hand- und Hülfsbuch für Besitzer und Leiter maschineller Anlagen, Betriebsbeamte, Techniker, Monteure und solche die es werden wollen. Unter Mitwirkung erfahrener Betriebsleiter herausgegeben von H. Güldner, Oberingenieur. Leipzig, H. A. L. Degener. Preis 3 M.

*) Organ 1906, S. 130.

Handbuch für den Stations- und Abfertigungsdienst. Leitfaden, Hülfsmittel und Orientierungsmaterial für Eisenbahnbeamte. Herausgegeben und bearbeitet von H. Münch, Königl. Bahnhofsvorsteher in Nordhausen a. H. Dritte verbesserte Auflage 1906. Arnsberg i. W., F. W. Becker. Preis 1 M.

Das kleine Hülfsbuch hat sich als für die im Stationsdienste stehenden Beamten als höchst nützlich bewährt. Es dient zu wesentlicher Erleichterung des Abfertigungsdienstes und sei deshalb bestens empfohlen. Wir wünschen ihm weitere gute Entwickelung.

Theoretische Hülfslehren für die Praxis des Bau- und Erhaltungsdienstes der Eisenbahnen bearbeitet von Dr. techn. L. Hess, Professor an der höheren Staatsgewerbeschule in Brünn. Teil des Werkes: Der Bahnmeister, Handbuch für den Bau- und Erhaltungsdienst der Eisenbahnen, herausgegeben von E. Burok, Bahnmeister an der österreichischen Nordwestbahn. Erster Band.

Heft 2 Mathematik 1. Hälfte, Arithmetik und Algebra. Halle a. S., W. Knapp 1906. Preis 2,4 M.

Die Behandlung einfacher mathematischer Aufgaben aus den bezeichneten Gebieten ist klar und dem Wirkungsgebiete des Buches gut angepafst, so dafs wir von gutem Erfolge der Benutzung überzeugt sind.

Geschäftsanzeigen und Atlasse.

1. Frahm's Resonanz-Tachometer, Frequenzmesser und Umdrehungsfernzeiger, D. R. P. 134712, Preisliste Nr. 3, 1906. Fr. Lux, G. m. b. H., Ludwigshafen a. Rh.
2. Maschinenfabrik Bruchsal vorm. Schnabel und Henning. Mechanische und elektrische Sicherungs-Anlagen für den Eisenbahnbetrieb 1906. Die Druckschrift bezieht sich auf die in Mailand ausgestellten Gegenstände.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahn-Verwaltungen.

34. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrates der Gotthardbahn umfassend das Jahr 1905. Luzern 1906.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungerat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | **11. Heft. 1906.**

Über einige Anordnungen der Blockwerke und Stellwerksteile zum Ersatze der Hebel- und Unterweg-Sperre bei den Stellhebeln der Ausfahrsignale in Stationen.

Von **R. Edler**, Ingenieur, Professor der Elektrotechnik am k. k. Technologischen Gewerbe-Museum in Wien.

Im Anschlusse an die Abhandlung von M. Boda*), welcher den Ersatz der Hebel- und Unterweg-Sperre durch geeignete Anordnung und Verbindung der bewährten Einzelteile der elektrischen und mechanischen Verschlufseinrichtungen der Stellwerke vorschlägt, teile ich einige weitere Vorschläge zu diesem Gegenstande mit.

Zunächst sei erwähnt, dafs sich die von Boda angegebenen Schaltungen zum Teil noch etwas vereinfachen lassen. Wie man nämlich aus Organ 1906, Abb. 1 auf Tafel XXI erkennt, ist der erste Druckstangentaster des Fahrstrafsenblockfeldes (Druckknopf T) überflüssig; man kann die Wechselstromklemme C des Induktors unmittelbar an das eine Ende der Blockspulen v legen; das andere Ende dieser Elektromagnetwickelung bleibt, wie in Abb. 1, Taf. XXI mit dem Druckstangentaster, Achse Z_3, verbunden, wobei immer noch alle Bedingungen erfüllt sind, und zwar sowohl beim Blocken und Auflösen von v, als auch in dem Falle, dafs bei alleinigem Niederdrücken des Druckknopfes T ohne Drehung der Induktorkurbel der Selbstverschlufs, die »Wechselsperre«, des Blockfeldes T eintritt, weil ja in diesem Falle der Stromschlufshebel Z_3 weder den obern noch den untern Stromweg schliefst, vielmehr samt der Druckstange T in der Halbstellung so lange gefangen bleibt, bis die Blockung von v ordnungsgemäfs beendet ist und T wieder losgelassen wird. Diese vereinfachte Schaltung ist in Textabb. 1 dargestellt.

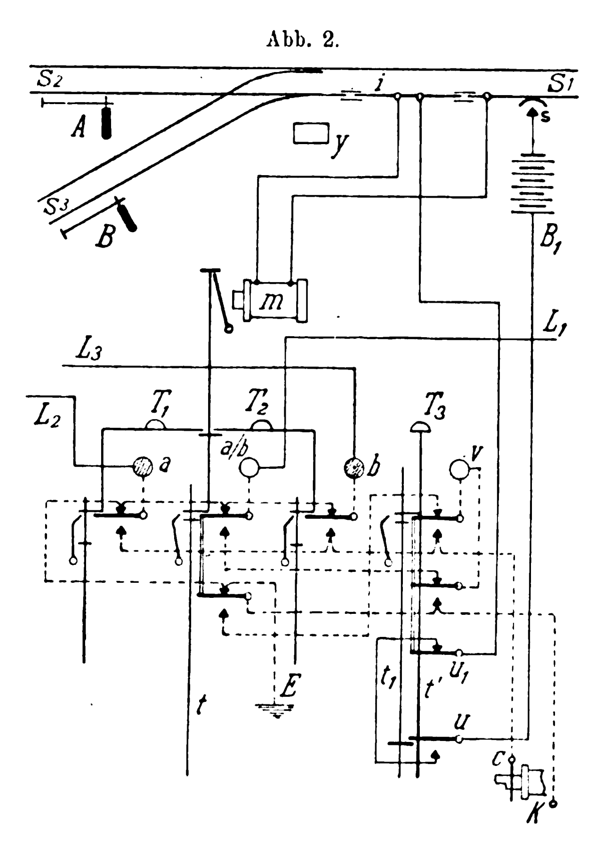
Auch bei der in Abb. 2, Tafel XXI angedeuteten Schaltung für Bahnabzweigungen, welche die »halbe« Hebelsperre zu ersetzen vermag, läfst sich eine Vereinfachung anbringen. Da nämlich das Anfangsfeld a/b, welches auf den Verschlufs der beiden Signale A und B einwirkt, niemals allein, sondern stets zugleich mit dem einen oder andern Endfelde a oder b durch den Doppeltaster T_1 oder T_2 geblockt werden kann, vorausgesetzt, dafs die auch durch ein Gleichstromsperrfeld zu ersetzende elektrische Druckknopfsperre m durch die letzte Achse des Zuges ausgelöst wurde, so kann man die beiden unteren Drückstangentaster der beiden Endfelder, Vormeldeblockfelder a und b, welche beim Blocken die Erdleitung oder gemeinschaftliche Rückleitung vom Induktorkörper K zu trennen haben, in einen einzigen Stromschlufshebel verschmelzen und diesen an die Druckstange des gemeinschaftlichen Anfangs-

Abb. 1.

*) Organ 1906, S. 89.

feldes a/b hängen; die Schaltung dieses zweiten Druckstangentasters in a/b macht keine Schwierigkeiten, da ja nur die Achse an den Induktorkörper K, die obere Ruhe-Klemme an Erde

Abb. 2.



oder Rückleitung, und die untere Arbeits-Klemme mit dem Fahrstrafsenblocke v, T_3 zu verbinden ist (Textabb. 2).

Die von Boda angeführten Lösungen der Aufgabe, die Hebel- und Unterweg-Sperre der Ausfahrsignalhebel durch die bekannten und bewährten Stellwerksteile zu ersetzen, sind unter der Voraussetzung durchgeführt, dafs das Anfangsfeld der Blocklinie im Stellwerke untergebracht ist; es ist dabei gleichgültig, ob die einzelnen Ausfahrsignale A, B, C, D . . . für die Gleise II, III, IV, V . . . noch unter besonderm mechanischen oder elektrischen Verschlusse stehen, der nur durch den Stationsbeamten je nach der bevorstehenden Zugfahrt gelöst werden kann, oder ob der Stellwerkswärter selbst, ohne unmittelbare Einflufsnahme des Verkehrsbeamten der Station nur auf dessen Weisung mittels des Fernsprechers oder eines Gleisanzeigers, die »Fahrt«-Stellung des richtigen Ausfahrsignales durch Blockung der betreffenden Fahrstrafse vorbereitet, und sodann auch vornimmt.

Im ersten Falle steht entweder jeder Signalhebel unter Verschlufs eines besondern Blockfeldes, welches unter Umständen auch von anderer Bauart sein kann, als das Fahrstrafsenfeld und das Anfangsfeld der Blocklinie, etwa Gleichstrom- oder mechanische Blockung haben kann; dann werden die zugehörigen Freigabefelder im Dienstraume der Station vom Beamten je nach der bevorstehenden Zugausfahrt bedient; oder man verwendet die Gruppenblockung, wobei für alle auf ein bestimmtes Streckengleis mündenden Stationsgleise ein gemeinschaftliches Freigabefeld in der Station und ein gemeinschaftliches Verschlufsfeld im Stellwerke verwendet wird; dann wird die Blockung der richtigen Fahrstrafse durch die Stromführung über die Fahrstrafsenknebel im Stellwerke und im Stationsblockwerke erzwungen.

Jedenfalls liegt im ersten Falle die ganze Verantwortung für den Zugverkehr in der Hand des Verkehrsbeamten.

Im zweiten Falle hat der Stellwerkswächter meist fast die volle Verantwortung für die Freigabe des richtigen Ausfahrsignales, was umso eher zulässig ist, als die Abfahrt des Zuges nicht nur von der »Fahrt«-Stellung des Signales, sondern auch von der persönlichen Zustimmung des Beamten abhängt; die »Fahrt«-Stellung eines unrichtigen Ausfahrsignales könnte also nicht leicht übersehen werden. Die Umstellung der Ausfahrsignale von »Halt« auf »Fahrt« läfst sich übrigens auch in diesem Falle ganz von dem Willen des Verkehrsbeamten abhängig machen, indem man den Signalkuppelstrom jedes Ausfahrsignales über einen Stromschliefser beliebiger Bauart führt, der erforderlichen Falles vom Beamten geschlossen oder offen gehalten, beziehungsweise nachträglich unterbrochen wird, so dafs dadurch die Umstellung des Signales von »Halt« auf »Fahrt« ermöglicht oder unmöglich gemacht, beziehungsweise das schon auf »Fahrt« stehende Ausfahrsignal in die »Halt«-Lage zurückgeführt wird.

Besonders bei den Sicherungsanlagen, bei denen dem Stationsbeamten die volle Veranwortung für den Zugverkehr auch bei Ausfahrten übertragen ist, verdient jedoch die Verlegung des Anfangsfeldes der Blocklinie in das Stationsblockwerk Beachtung; allerdings darf dabei der Umstand nicht übersehen werden, dafs bei durch unerwartete Vorgänge geändertem Fahrplane, oder bei vorkommenden Irrtümern die Zurücknahme einer bereits erteilten Ausfahr-Erlaubnis möglich sein mufs, ohne dafs das Anfangsfeld der Blocklinie verschlossen wird oder bleibt; die Blockung dieses Feldes darf vielmehr grundsätzlich erst dann endgültig bestehen bleiben, wenn die Blocklinie tatsächlich besetzt ist, wenn also der Zug die Station verlassen hat. Diese Bedingung läfst sich bei den üblichen Anordnungen nur dann erreichen, wenn das Anfangsfeld der Blocklinie beim Aufsenblocke, also im Stellwerke untergebracht wird*); dabei wird eine geeignete Melde-Einrichtung erforderlich, damit der Stationsbeamte stets Kenntnis von der Lage des Anfangsfeldes der Blocklinie erhält und darnach den Lauf der Züge zwischen der Station und dem ersten Streckenblockposten beurteilen kann. Aber auch in diesem Falle ist die Zurückgabe einer von der Station irrtümlich erfolgten Ausfahrerlaubnis seitens des Stellwerkswärters auf erfolgten Widerruf nur solange ohne Störung möglich, als die »Fahrt«-Stellung des irrtümlich freigegebenen »Ausfahr«-Signales noch nicht erfolgt ist, weil die Blockung des Anfangsfeldes durch den Wärter dem Wiederverschlusse des betreffenden Signalhebelfeldes unbedingt vorangehen mufs, um eben die Blockung des Anfangsfeldes nach erfolgter Ausfahrt des Zuges zu erzwingen. Die getrennte Bedienung des Anfangsfeldes und des Signalhebel-

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, II. Band, IV. Abschnitt. Scholkmann, Signal- und Sicherungs-Anlagen. Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag, Seite 946



feldes ist nämlich der gleichzeitigen Bedienung durch Doppeltasten in diesem Falle vorzuziehen, weil dadurch die Streckenblockung, das Anfangsfeld, von der Stationsblockung, den Hebelfeldern, soweit unabhängig gemacht werden kann, dafs trotz erzwungener Reihenfolge der Bedienung doch die Stationsblockung als selbständige Einrichtung angesehen und nach beliebiger anderer Bauart ausgeführt werden kann.

War nun aber das irrtümlich freigegebene Ausfahrsignal noch nicht auf »Fahrt« gezogen, so besteht beim Anfangsfelde noch die mechanische oder elektrische Druckknopfsperre, so dafs das Anfangsfeld noch nicht verschlossen werden kann, während sich das irrtümlich freigegebene Hebelfeld ohne weiteres verschliefsen läfst, da der Zwang für die Reihenfolge der Bedienung: zuerst Anfangsfeld, dann Hebelfeld, erst bei der »Fahrt«-Stellung eines der betreffenden Ausfahrsignale geschaffen wird.

Nach der folgenden Beschreibung läfst sich aber mit bewährten Mitteln und ohne Verwendung neuartiger Einzelteile bei Anordnung des Anfangsfeldes der Blocklinie im Stationsblockwerke auch die Aufgabe lösen, den Widerruf einer irrtümlich erfolgten Ausfahr-Erlaubnis jederzeit, also auch nach »Fahrt«-Stellung des unrichtigen Ausfahrsignales, zu erteilen, und gleichzeitig ähnlich, wie bei den Vorschlägen Boda's, die Unterweg- und Hebel-Sperre entbehrlich zu machen.

Je nachdem die anschliefsende Blocklinie vierteilig mit »Vorblocken« oder zweiteilig eingerichtet ist, werden sich auch verschiedene Lösungen der Aufgabe mit verschiedenen Schaltungen ergeben.

a) Schaltungen bei Verwendung vierteiliger Streckenblockwerke auf Blocklinien mit Vorblockung, Vormeldung.

Textabb. 3 zeigt die Anordnung und das Zusammenwirken der elektrischen und mechanischen Verschlufs-Einrichtungen im Stationsblockwerke und im Stellwerke. A ist das Anfangsfeld der Blocklinie, welches im Stationsblockwerke untergebracht und mit dem Signal-Freigabefelde Fr gekuppelt ist; beide Blockfelder sind mit Sicherheitsklinken gegen wiederholtes Drücken ausgerüstet.

Abb. 3.

Die Sperrstange des Freigabefeldes Fr arbeitet mit dem Fahrstrafsenschieber FS zusammen, so dafs der Doppeltaster T_1, A—Fr, erst dann gedrückt werden kann, wenn der Fahrstrafsenknebel für irgend ein Ausfahr-Gleis umgelegt ist; die Ankündigung des betreffenden Gleises erfolgt mittels des Weck-

tasters t_1 im Stationsblockwerke und der Anzeigevorrichtungen $a_{II}\, a_{III}\, a_{IV}\, a_V$ und des Weckers W_2 im Stellwerke; in Textabb. 3 sind vier Fahrstrafsen angenommen.

Für den Widerruf einer irrtümlich erteilten Ausfahrerlaubnis ist ein Druckknopf T_2 vorgesehen, welcher von dem Widerruf-Knebel WK und dem Widerruf-Schieber WS abhängig gemacht ist; WS aber steht aufserdem unter dem Einflusse der Sperrstange und der verlängerten Druckstange des Anfangsfeldes A, so dafs der Widerruf-Knebel WK aus seiner Ruhelage nur dann nach links umgelegt werden kann, wenn vorher die beiden Blockfelder A und Fr mit dem Doppeltaster T_1 geblockt sind, also wenn der Beamte vorher die Abfahrt eines Zuges angeordnet hatte; ein Widerruf kann eben nur dann erfolgen, wenn vorher ein Befehl erteilt ist. Um eine irrtümliche Bedienung des Widerruf-Knebels zu verhüten, wird dieser zweckmäfsig auch noch mit einem Bleisiegel in der Ruhelage festzubinden sein.

Der Widerruftaster T_2 wird nebst den drei angehängten Stromschlufshebeln am einfachsten so ausgeführt, wie die Druckstange eines gewöhnlichen Blockfeldes; man kann dabei auch den Rechen nebst Elektromagnet m_3 einbauen und durch beliebig gewählte Farben hinter dem Blockfensterchen andeuten, ob der Widerruf erteilt wurde oder nicht; m_3 müfste dann unmittelbar hinter m_1 eingeschaltet werden, wie dies in Textabb. 3 durch gestrichelte Linien angedeutet ist. Die Sperrklinke, die Sperrstange, die Sicherheitsklinke und die Druckstangensperre, die Hülfsklinke für vollständiges Ausblocken, bleiben aber ganz weg, und es dürfte zumeist auch überflüssig sein, den Elektromagneten m_3 mit Rechen und Blockfenster einzubauen, da man ja aus der Stellung des Widerrufknebels WK unzweifelhaft erkennt, ob ein Widerruf der Ausfahr-Erlaubnis erteilt wurde.

Dagegen hat der den Widerruf bewirkende Druckknopf T_2 den Kuppelstrom zu unterbrechen und das Sperrfeld, die elektrische Druckknopfsperre Sp, im Stellwerke auszulösen, um ein möglicherweise schon auf »Fahrt« gestelltes Ausfahrsignal wieder in die »Halt«-Lage zu bringen, oder dessen »Fahrt«-Stellung unmöglich zu machen. Um dabei dem Stellwerks-Wärter den Widerruf auch durch ein hörbares Signal bekannt zu geben, kann in die zum Sperrfelde führende Leitung eine Batterie-Klingel, ein Rasselwecker ohne Selbstunterbrechung, eingeschaltet werden, welche erforderlichen Falles auch noch mit einer Fallscheibe versehen werden kann.

Im Stellwerke ist das Signalblockfeld S mit dem Gleichstrom-Sperrfelde Sp, der elektrischen Druckknopfsperre, Auslöse-Vorrichtung, gekuppelt; beide werden mit Hülfe des gemeinschaftlichen Druckknopfes T_3 verschlossen. Das Signalblockfeld S wird mit dem bekannten Selbstverschlusse*) ausgerüstet, während der Kuppelstrom der »Halt«-Fall-Vorrichtungen, der elektro-magnetischen Flügelkuppelung, der Ausfahrsignale durch einen Stromschliefser geschlossen und geöffnet wird, der von der Sperrstange des Sperrfeldes gesteuert wird. Dadurch wird die Unterweg- und Hebel-Sperre entbehrlich, weil die Kuppelbatterie bei der Auslösung des Sperrfeldes durch die letzte Achse des Zuges oder beim Widerrufe unterbrochen wird und nur durch Niederdrücken des Doppeltasters T_3 wieder geschlossen werden kann, was erst nach Rückstellung des Stellhebels möglich wird; dabei tritt aber der Selbstverschlufs des Signalblockfeldes S ein, der sich nur durch Ausführung des vollständigen elektrischen Blockverschlusses beseitigen läfst, so dafs die Blockung des Ausfahrsignales erzwungen wird.

Zur Auflösung des Signalblockfeldes S dient nun ein Blocktaster T_4 im Stellwerke, der in ähnlicher Weise wie T_2 im Stationsblockwerke einen Elektromagneten m_6 und einen Rechen erhalten kann, so dafs ein vollständiges Blockfeld entsteht, jedoch mit Hinweglassung der Sperrklinke, der Sperrstange, der Sicherheitsklinke und der Druckstangensperre; unbedingt erforderlich ist aber der Rechen und der Elektromagnet m_6 nicht, weil zuerst der Verschlufs des Fahrstrafsenschiebers durch die hochspringende Sperrstange des Signalblockfeldes S bewirkt, und dann erst der Signalschieber frei wird, so dafs man aus der Entriegelung des Signalhebels oder des Signalknebels mit Sicherheit auf den erfolgten Verschlufs der Fahrstrafse schliefsen kann. Der Fahrstrafsenverschlufs besteht dann aber so lange, bis das Signal mit T_3, S—Sp, wieder geblockt ist, was erst möglich wird, wenn das Sperrfeld durch den ausgefahrenen Zug selbst oder beim Widerrufe durch den Beamten ausgelöst worden ist.

Jedenfalls aber darf sich T_4 erst dann drücken lassen, wenn der Fahrstrafsen-Knebel oder -Hebel umgelegt ist; T_4 mufs daher in den Fahrstrafsenschieber eingreifen. Aber auch dann darf der Stromweg, auf dem der Signalblock S aufgelöst wird, nur unter der Bedingung geschlossen sein, dafs im Stellwerke und im Stationsblockwerke dieselbe Fahrstrafsenleitung mit Hülfe der Fahrstrafsenknebel eingeschaltet ist, dafs überdies die Sperrstange des Freigabefeldes Fr im Stationsblockwerke in geblockter Lage den umgelegten Fahrstrafsenknebel festhält und dafs dabei der Doppeltaster T_1, A—Fr, in seiner obern Ruhelage durch die Sicherheitsklinke gesperrt ist, was mit Hülfe des Zustimmungsstromschliefsers z und des Sicherheitstromschliefsers s überprüft wird; man kann auch an der Sicherheitklinke von Fr selbst einen Stromschliefser anbringen, der z und s in ihrer Wirkung ersetzt.

Ein Umstand verdient endlich noch Erwähnung; da das »Vorblocken« nur dann erfolgen soll, wenn das Signalblockfeld S nach wirklich erfolgter Ausfahrt eines Zuges wieder verschlossen wird, so mufs die auf die Strecke führende Blockleitung L bei etwaigem Widerrufe einer bereits freigegebenen Ausfahrt abgeschaltet werden, um beim Verschlusse des Signalblockfeldes S gemäfs dem erfolgten Widerrufe nur das Freigabefeld Fr im Stationsblockwerke, nicht aber auch das Vormeldefeld im benachbarten Streckenblockposten aufzulösen. Die dazu erforderliche Umschaltung kann man am einfachsten dem Widerrufknebel übertragen, der ja so lange in der umgelegten Stellung verschlossen bleibt, bis der Beamte wieder eine Ausfahrt mit T_1, A—Fr, freigegeben hat.

Alles Übrige kann aus Textabb. 3 mit genügender Deutlichkeit entnommen werden.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, II. Band. IV. Abschnitt, Seite 1348 unten und 1349 oben: „Verschlufswechsel."



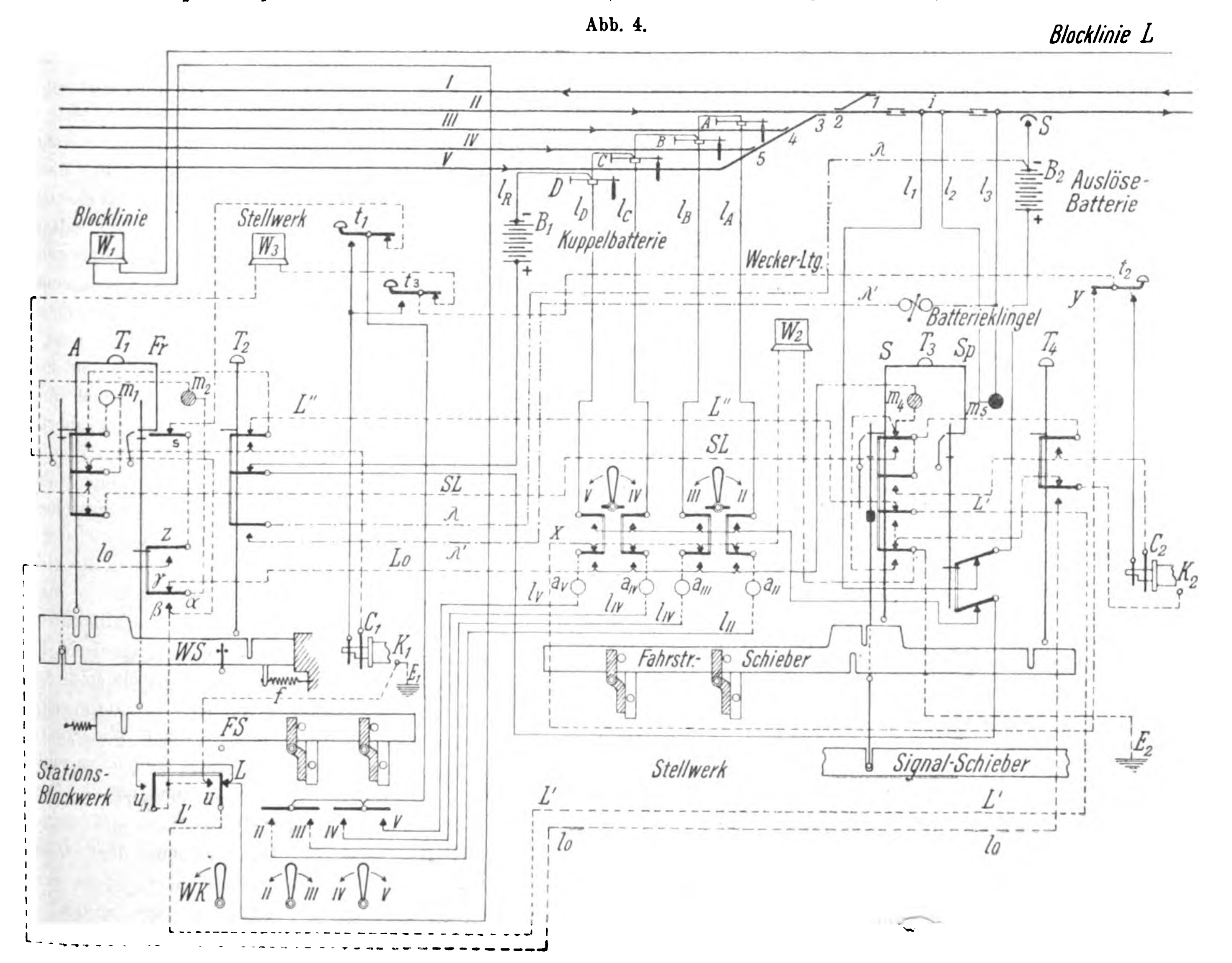
Die hier vorgeschlagene Lösung der Aufgabe, die Unterweg- und Hebel-Sperre durch die bekannten und längst bewährten Stellwerksteile zu ersetzen, hat den Vorteil vor anderen Lösungen, dafs der Stellwerkswärter vollständig an die Verfügungen des für den Zugdienst verantwortlichen Beamten gebunden ist, letzterm aber immer noch die Möglichkeit bleibt, seine Anordnungen zu widerrufen, solange der abfahrende Zug die Station noch nicht verlassen hat. Aufserdem wird der Beamte durch das im Stationsblockwerke untergebrachte Anfangsfeld der Blocklinie unmittelbar über den Lauf des Zuges bis zum Nachbar-Streckenblock-Posten unterrichtet. Das Vorblocken, Vormelden, des Zuges kann aber nur nach tatsächlich erfolgter Ausfahrt bewirkt werden.

Aufser dem Anfangsfelde A und dem Freigabefelde Fr im Stationsblockwerke, sowie dem Signalverschlufsfelde S und dem Sperrfelde Sp im Stellwerke sind nur noch die beiden Drucktaster T_2 und T_4, sowie einfache und bewährte Schieber- und Knebel-Verschlüsse nötig; allerdings kommen noch einige Leitungen zwischen dem Stationsblockwerke und dem Stellwerke hinzu, was aber kaum von Bedeutung werden kann, da ja diese Leitungen ohnehin zu einem Kabel vereinigt werden, so dafs es auf einige Drähte mehr oder weniger nicht ankommt. Dafs T_2 und T_4 auf Wunsch auch als Blockfelder ohne Verschlufsteile ausgebildet werden können, wurde bereits erwähnt.

Man könnte der Schaltung nach Textabb. 3 einen Vorwurf machen, der allerdings nur bei einer Störung des Freigabefeldes Fr Berechtigung erhält. Falls nämlich die Sperrstange von Fr beim Freiwerden von Fr, also beim Wiederverschlusse des Signalfeldes S und der dadurch bewirkten Entriegelung der Fahrstrafsenknebel des Stellwerks, stecken bleiben und nicht nach oben springen sollte, so kann zwar der Beamte infolge der Sperrung durch die Sicherheitsklinke von Fr, und auch wegen der noch vorhandenen Sperrung des Fahrstrafsenschiebers und der dadurch bedingten Festlegung der Fahrstrafsenknebel auch nach dem Freiwerden des Anfangsfeldes A keine neue Fahrstrafse für eine folgende Zugausfahrt bestimmen, wohl aber kann der Stellwerkswärter durch Drücken des Tasters T_4 eine neue Ausfahrt durch Entblockung von S auf derselben Fahrstrafse frei machen, was gefährlich ist, so lange der vorangefahrene Zug den Streckenblock noch nicht erreicht hat. Denn wegen der angenommenen Störung in Fr blieb die Sperrstange trotz des Hochlaufens des Rechens in der untern Lage, so dafs die Stromschliefser z und s den Stromweg geschlossen halten.

Diese Gefahr kann aber nicht eintreten, wenn die Schaltung nach Textabb. 4 gewählt wird, wobei der Verschlufs des

Abb. 4.



Signalfeldes S im Stellwerke erst dann eintreten kann, wenn die Sperrstange des Freigabefeldes Fr im Stationsblockwerke die Hochlage erreicht hat; dies wird dadurch erreicht, dafs der Strom beim Blocken des Signalverschlufsfeldes S zunächst seinen Weg von C_2, dem Induktor im Stellwerke, über die Leitung SL und m_2 und über einen Tellerstromschliefser an der Sperrstange von Fr unmittelbar zur Erde oder Rückleitung nimmt, und erst dann in die Leitung L_0 und damit zu den Spulen m_4 des Signalverschlufsfeldes S gelangen kann, wenn die Sperrstange von Fr tastächlich die Hochlage vollständig erreicht und dadurch den Zustimmungstromschliefser z unterbrochen hat. Daher kann jetzt keine zweite Umstellung des Ausfahrsignales für dasselbe Gleis bewirkt werden, denn der Versuch durch Niederdrücken von T_4 und Drehen der Induktorkurbel den Signalverschlufs S für dasselbe Gleis nochmals aufzulösen, bleibt wegen der Unterbrechung bei z in Fr. im Stationsblockwerke wirkungslos.

Falls man es als nicht erforderlich erachtet, die Möglichkeit des Widerrufes einer bereits erteilten Ausfahrfreigabe zu schaffen, kann man einfach den Druckknopf T_2 mit den Stromschliefsern im Stationsblockwerke weglassen, und hätte dann die Schaltung nach Texabb. 5 durchzuführen.

Abb. 5.

Unter allen Umständen verdient aber die Schaltung nach Textabb. 4 am meisten Beachtung, weil sie den strengsten Bedingungen am vollständigsten genügt.

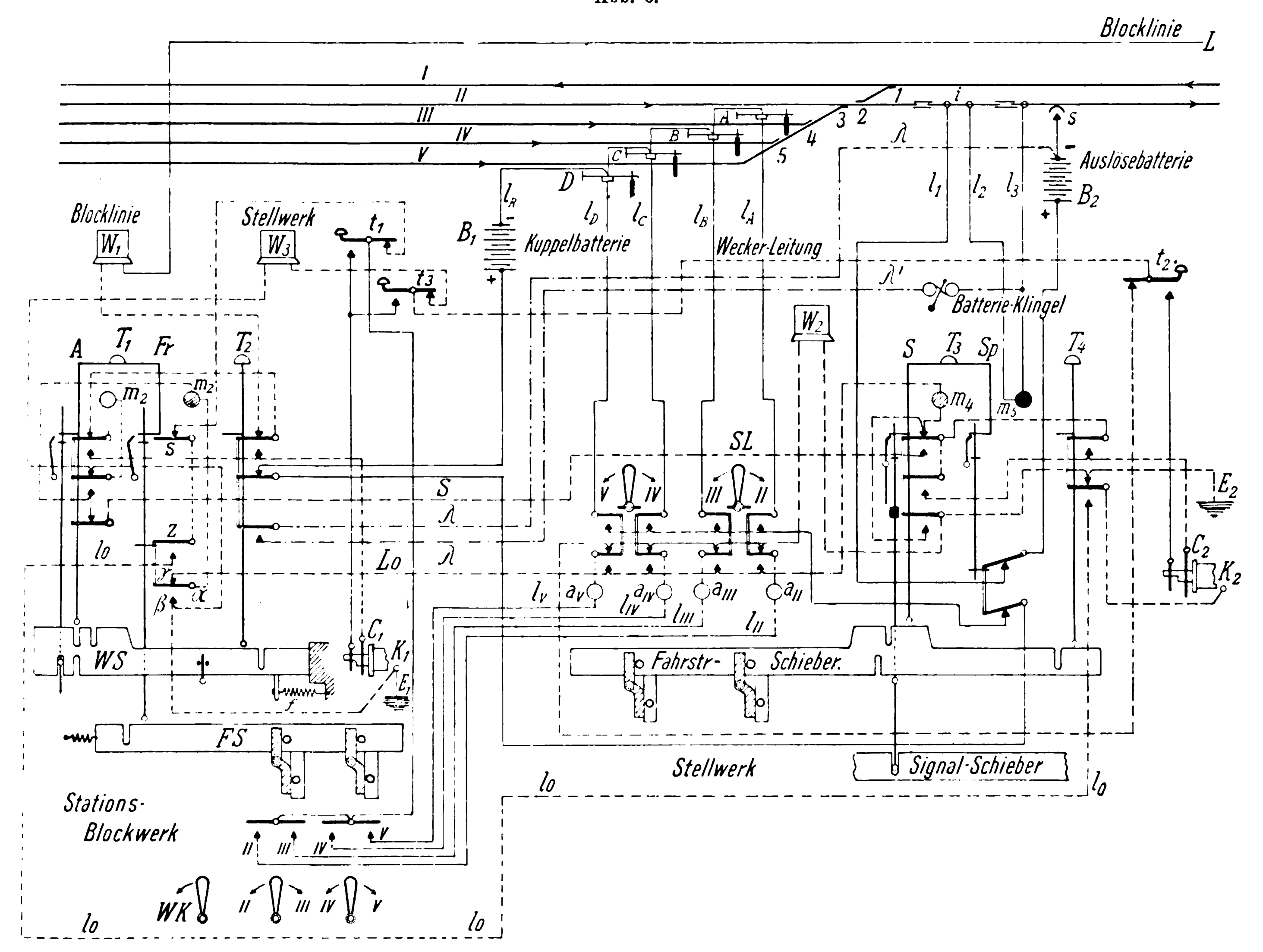
b) Schaltungen bei Verwendung zweiteiliger Streckenblockwerke auf Blocklinien ohne Vormeldung.

Bei Verwendung zweiteiliger Streckenblockwerke vereinfacht sich die Schaltung in allen Fällen dadurch, dafs es nicht erforderlich ist, die Wechselströme beim Verschlusse des Signalfeldes auch in die Leitung zum Streckenblocke zu senden; dabei kann bei derartigen Blocklinien im Stellwerke der Induktorkörper K_2 unmittelbar an die Erde oder Rückleitung gelegt werden, während die Leitung L vom Streckenblocke nicht über die Blockwerke im Stellwerke, L′ L″, zu führen ist, sondern unmittelbar in das Stationsblockwerk einmündet. Da das Vorblocken wegfällt, so ist es dabei auch nicht erforderlich, den Widerrufknebel zur Unterbrechung der Streckenblockleitung heranzuziehen, daher kann auch dieser Stromschliefser bei der zweiteiligen Blocklinie erspart werden.

Man gelangt dadurch zu der Schaltung Textabb. 6, die sich an die Schaltung der Textabb. 4 unmittelbar anlehnt.

In gleicher Weise lassen sich die Schaltungen und Textabb. 3 und 5 den zweiteiligen Blocklinien anpassen, sie stehen dann aber an Vollkommenheit hinter der Schaltung nach Textabb. 6 zurück. Zum Schlusse sei noch kurz angedeutet, wie

Abb. 6.



die Farbscheiben auf den Rechen der einzelnen Blockfelder anzuordnen sind.

1. Blockfeld A: Anfangsfeld der Blocklinie; Ruhelage »frei«, Rechen hoch; obere Hälfte rot, untere Hälfte weifs; Blockfenster weifs.
2. Blockfeld Fr: Freigabefeld für das Ausfahr-Signal; Ruhelage »frei«, Rechen hoch; obere Hälfte weifs, untere Hälfte rot; Blockfenster rot.
3. Blockfeld T_2: Widerruf der Ausfahrt; Ruhelage »frei«, Rechen hoch; obere Hälfte schwarz, untere Hälfte weifs; Blockfenster weifs.
4. Blockfeld S: Signalverschlufsfeld; Ruhelage »geblockt«, Rechen unten; obere Hälfte rot, untere Hälfte weifs: Blockfenster rot.
5. Blockfeld Sp: Sperrfeld, elektrische Druckknopfsperre; Ruhelage »geblockt«, Rechen unten; obere Hälfte schwarz, untere Hälfte weifs; Blockfenster schwarz.
6. Blockfeld T_4: gleichwertig mit dem Fahrstrafsen-Verschlufsfelde; Ruhelage »frei«, Rechen hoch; obere Hälfte grün, untere Hälfte weifs; Blockfenster weifs.

(Schlufs folgt.)

Der Balken mit elastisch gebundenen Auflagern bei Unsymmetrie mit Bezugnahme auf die Verhältnisse des Eisenbahnoberbaues.

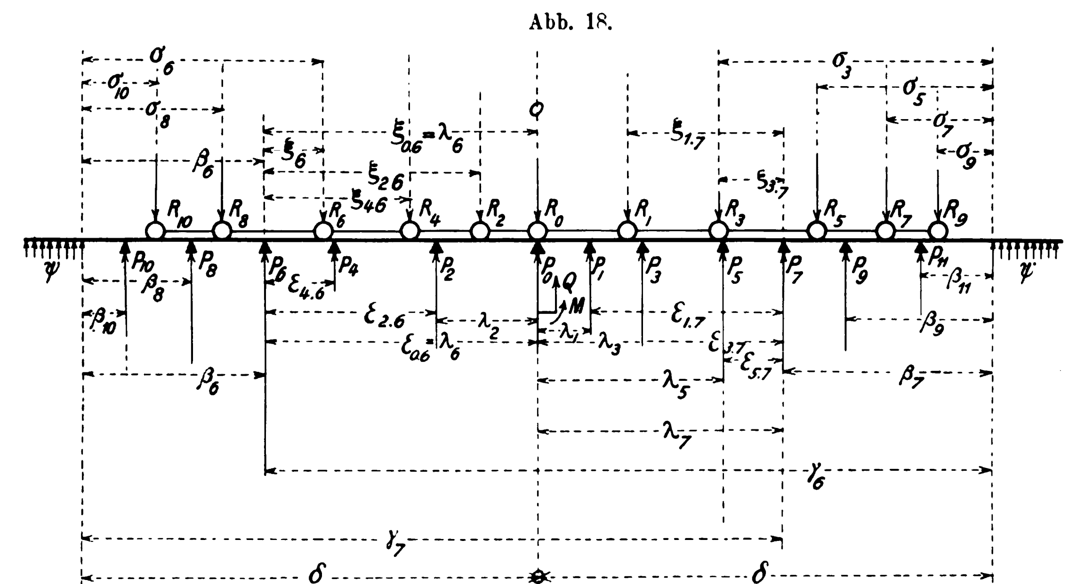
Von **A. Francke**, Baurat in Alfeld a. d. Leine.

(Schlufs von Seite 191.)

7. Der Balken mit beliebig vielen und beliebig verteilten Einzelstützen und Einzelbelastungen.

Für den in Textabb. 18 dargestellten Balken sei wie bisher die rechte Seite die + Seite. Auf der rechten Seite

Abb. 18.



befinden sich eine beliebige Anzahl von Stützen, elastisch gelagerten Querschwellen und eine beliebige Anzahl von Einzellasten, Rädern R; als Kennzeichen dieser Seite sind die ungeraden Zahlen, für die linke Seite für Stützen und Lasten die geraden Zahlen gewählt. Der Vollständigkeit halber sind für den Mittelpunkt 0 die beiden Werte P_0 und R_0 aufgenommen, da bei beliebiger Verteilung ja auch an dieser Stelle ein Rad oder eine Schwelle, oder beides vorhanden sein kann. Diese Werte P_0, R_0 werden der linken Trägerseite zugewiesen, also ist der gesuchte Wert Q die unmittelbar rechts von 0 wirkende Querkraft.

Zur Bestimmung der Kräfteverteilung stehen nun nach dem früher Gesagten die beiden Hauptgleichungen zu Gebote:

Gl. I) $4\,m\,M\,(1+\delta)+\Sigma P\,(1+\beta)^2=\Sigma R\,(1+\sigma)^2$,

Gl. II) $2\,Q\,[\delta]+\Sigma_l P\,[\beta\,\delta]-\Sigma_r P\,[\beta\,\delta]=\Sigma_l R\,[\sigma\,\delta]-\Sigma_r R\,[\sigma\,\delta]$.

Der Wert P_0, R_0 wird gegebenen Falles, wenn nämlich in 0 tatsächlich eine Stütze oder ein Rad vorhanden ist, nach der über Q getroffenen Festsetzung mit in $\Sigma_l P\,[\beta\,\delta]$, beziehungsweise $\Sigma_l R\,[\sigma\delta]$ mit dem Einzelwerte $P_0\,[\delta]$ beziehungsweise $R_0\,[\delta]$ erscheinen.

Sind nun im ganzen n Einzelstützen vorhanden, so ist der Balken statisch betrachtet n + 2 fach unbestimmt und man bedarf daher noch der Aufstellung von n verschiedenen Bestimmungsgleichungen. Für jede vorhandene Stütze ist je eine besondere Bestimmungsgleichung erforderlich, und diese besondere Stützengleichung kann leicht für sich besonders nach allgemeinen Regeln aufgestellt werden. Schreibt man jede neue Stützengleichung in der für übersichtliche Bildung der allgemeinen Determinante zweckmäfsigen Form so, dafs auf der rechten Seite der einfache Wert $+\frac{\psi P}{mk}$ erscheint, mithin der sich auf diese Stütze beziehende Wert P in der Gleichung keinen anderen Faktor als $+\frac{\psi}{mk}$ erhält, so kann man, wie an dem bestimmten Beispiele der Stützung P_7 näher erläutert werden soll, diese bestimmte Stützungsgleichung ohne weiteres für sich niederschreiben:

Gl. 7) $2\,m\,M\,(1+\gamma_7)^2+2\,Q\,[\gamma_7\,\delta]+\frac{\psi\,P_7}{mk_7}+\frac{2}{3}\,\Sigma_r\,\varepsilon^3\,P+2\,\Sigma_l P\,[\beta\gamma_7]=\frac{2}{3}\,\Sigma_r\,\zeta^3\,R+2\,\Sigma_l R\,[\sigma\gamma_7]$.

In dieser Gleichung bedeutet γ_7 stets den gröfsten Abstand der Stütze P_7 von den Endlagern, also da P_7 auf der rechten Seite von 0 steht, die Winkelzahl des Abstandes P_7 vom linken Auflagerpunkte.

$[\gamma_7\,\delta]$ bedeutet den Ausdruck $1+\gamma_7-\frac{\gamma_7^3}{3}+\delta\,(1+\gamma_7)^2$, während $[\beta\,\gamma_7]=1+\beta-\frac{\beta^3}{3}+\gamma_7\,(1+\beta)^2$ ist und

$$[\sigma\,\gamma_7]=1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}+\gamma_7\,[1+\beta]^2.$$

$\Sigma\,\varepsilon^3\,P$ bedeutet die Summe aller zwischen 0 und P_7 stehenden Stützendrücke P, jedes vervielfältigt mit dem Kubus seines Abstandes von P_7. Nach Mafsgabe der Zeichnung würde daher $\Sigma\,\varepsilon^3\,P=\varepsilon^3_{1\cdot7}\,P_1+\varepsilon^3_{3\cdot7}\,P_3+\varepsilon^3_{5\cdot7}\,P_5$ zu setzen sein.

Ebenso bedeutet $\Sigma_r\,\zeta^3\,R$ die Summe aller zwischen 0 und P_7 stehenden Räder, jedes vervielfältigt mit dem Kubus der Winkelzahl seines Abstandes von P_7.

$\Sigma_l\,P\,[\beta\,\gamma_7]$; $\Sigma_l\,R\,[\sigma\,\gamma_7]$ beziehen sich auf alle auf der linken Seite, also der andern Seite, als auf welcher die Stütze P_7 dieser bestimmten Stützengleichung 7) steht, befindlichen Stützen und Räder. Weil P_7 auf der rechten, positiven Seite steht, erscheint der Ausdruck $2\,Q\,[\gamma_7\,\delta]$ als positiver Wert.

Für eine beliebige auf der linken Seite stehende Stütze gilt die gleichgebaute Stützengleichung für Stütze 6:

Gl. 6) $2\,m\,M\,(1+\gamma_6)^2-2\,Q\,[\gamma_6\,\delta]+\frac{\psi\,P_6}{mk_6}+\frac{2}{3}\,\Sigma_l\,\varepsilon^3\,P+2\,\Sigma_r\,P\,[\beta\gamma_6]=\frac{2}{3}\,\Sigma_l\,\zeta^3\,R+2\,\Sigma_r\,R\,[\sigma\gamma_6]$.

Das Glied $2\,Q\,[\gamma_6\,\delta]$ erscheint hier mit dem Zeichen −, weil Stütze 6 auf der − Seite steht, $\Sigma_l\,\varepsilon^3\,P$ ist $=\varepsilon^3_{0\cdot6}\,P_0+\varepsilon^3_{2\cdot6}\,P_2+\varepsilon^3_{4\cdot6}\,P_4$.

Für die Stütze P_0, welche also nach der hier angenommenen Darstellung als unmittelbar links neben 0 liegend gedacht wird, gilt die Stützengleichung:

$$\text{Gl. 0)} \quad 2\,m\,M\,(1+\delta)^2 - 2\,Q\,[\delta] + \frac{\psi\,P_0}{m k_0} + 2\,\Sigma_r\,P\,[\beta\delta] = 2\,\Sigma_r\,R\,[\sigma\delta],$$

sie fällt, wie überhaupt jede andere Stützengleichung fort, wenn die betreffende Stütze P_0 nicht vorhanden ist.

Der Beweis für die allgemeine Gültigkeit dieser hier gegebenen Stützengleichungen kann auf Grund der bereits weiter oben gegebenen Betrachtungen wie folgt geführt werden.

Wir fanden die beiden für die rechte, die + Seite gültigen Gleichungen:

$$\text{Gl. } 1^r \left\{ \begin{aligned} & 2\,m^2\,E\,J\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) + Q\,(1+\delta)^2 - \Sigma_r\,P \\ & \quad (1+\beta)^2 + \Sigma_r\,R\,(1+\sigma)^2 = 0, \\ & 4\,m^3\,E\,Jh + 2\,m\,M\,(1+\delta)^2 - Q\,[\delta] + 2\,\Sigma_r\,P\,[\beta\delta] \\ & \quad - 2\,\Sigma_r\,R\,[\sigma\delta] = 0. \end{aligned} \right.$$

In diesen beziehen sich die Summen auf alle rechts von 0, also rechts von der Schnittstelle der in 0 wirkenden Querkraft Q befindlichen lotrechten Kräfte P_r, R_r, und diese Gleichungen bleiben gültig bei beliebig vielen und beliebig gestellten Kräften P_r, R_r.

Für die linke Seite gelten die gleichgebauten, durch Vertauschung von φ mit $-\varphi$, Q mit $-$ Q entstehenden Gleichungen:

$$\text{Gl. } 1^l \left\{ \begin{aligned} & -2\,m^2\,E\,J\varphi - 2\,m\,M\,(1+\delta) - Q\,(1+\delta)^2 - \Sigma_l\,P \\ & \quad (1+\beta)^2 + \Sigma_l\,R\,(1+\sigma)^2 = 0, \\ & 4\,m^3\,E\,Jh + 2\,m\,M\,(1+\delta)^2 + Q\,[\delta] + 2\,\Sigma_l\,P\,[\beta\delta] \\ & \quad - 2\,\Sigma_l\,R\,[\sigma\delta] = 0. \end{aligned} \right.$$

Hier umfassen die Summen alle links von der Schnittstelle der in 0 wirkenden Querkraft Q stehenden Kräfte P_l, R_l, insbesondere also auch nach der hier gemachten besonderen Voraussetzung über die Querkraft Q die Kräfte P_0, R_0.

Jede einzelne Stützengleichung, beispielsweise diejenige der Stütze P_7 oder P_6, wird gefunden auf Grund des für diese Stütze bestehenden besondern Zwanges der elastischen Bindung dieser Stütze: $y_7 = \frac{P_7}{k_7}$, $y_6 = \frac{P_6}{k_6}$, oder nach Ausführung bei Betrachtung des Wertes $4\,m^3\,E\,J y_7 = 4\,m^3\,E\,J\,\frac{P_7}{k_7} = \frac{\psi\,P_7}{m k_7}$, auf Grund der Gleichungen:

$$\text{Gl. 7)} \quad 4\,m^3\,E\,Jh + 4\,m^2\,E\,J\varphi\,\lambda_7 - 2\,m\,M\,\lambda_7^2 + \frac{2}{3}\,Q\,\lambda_7^3 + \frac{2}{3}\,\Sigma_r\,\zeta^3\,R - \frac{2}{3}\,\Sigma_r\,\varepsilon^3\,P - \frac{\psi\,P_7}{m k_7} = 0,$$

$$\text{Gl. 6)} \quad 4\,m^3\,E\,Jh - 4\,m^2\,E\,J\varphi\,\lambda_6 - 2\,m\,M\,\lambda_6^2 - \frac{2}{3}\,Q\,\lambda_6^3 + \frac{2}{3}\,\Sigma_l\,\zeta^3\,R - \frac{2}{3}\,\Sigma_l\,\varepsilon^3\,P - \frac{\psi\,P_6}{m k_6} = 0.$$

Hier umfassen die Summen alle zwischen der Stelle der Querkraft Q in 0 und der betreffenden Stütze, P_7 oder P_6, befindlichen Kräfte P_r oder P_l; diese Gleichungen bleiben allgemein gültig bei beliebiger Annahme von Einzelstützen P oder von Einzellasten R zwischen der Schnittstelle Q und der betreffenden Stütze P_7 oder P_6.

Die Stützengleichung der auf der rechten Seite befindlichen Stütze 7 wird aber in der gegebenen Form gefunden durch Entfernung der Werte $4\,m^3\,E\,Jh$, $4\,m^2\,E\,J\varphi\,\lambda_7$ mit Hülfe der beiden auf die andere, linke Seite bezüglichen Gl. 1^l), da die allgemeinen Beziehungen bestehen:

$$[\delta] + (1+\delta)^2\,\lambda - \frac{\lambda^3}{3} = [\gamma\delta] \text{ für } \delta + \lambda = \gamma,$$
$$\lambda^2 + (1+\delta)^2 + 2\,(1+\delta)\,\lambda = (1+\delta+\lambda)^2 = (1+\gamma)^2,$$
$$[\beta\delta] + \lambda\,(1+\beta)^2 = [\beta\gamma].$$

Umgekehrt kann die Stützengleichung der auf der linken Seite von Q befindlichen Stütze P_6 durch Entfernung der Werte $4\,m^3\,E\,Jh$, $-4\,m^2\,E\,J\varphi\,\lambda_6$ mit Hülfe der beiden auf die rechte Seite bezüglichen Gl. 1^r) gewonnen werden.

In Vorstehendem ist gezeigt, dafs und wie für einen beliebig gestützten, mit beliebigen Einzellasten belasteten Balken mit elastisch gebundenen Enden die zur Hebung der statischen Unbestimmtheit erforderlichen Bedingungsgleichungen rechnungsmäfsig aufgestellt werden können. Für den Eisenbahn-Querschwellenoberbau ist damit die Lösung der Aufgabe gegeben, die Wirkungen eines beliebig zusammengesetzten Lastzuges bei willkürlicher Anordnung der Schwellenlage zu einheitlicher Darstellung zu bringen.

Es wird nochmals hervorgehoben, dafs die Betrachtungen und Formeln ohne einschränkende Voraussetzungen gemacht, also allgemein gültig sind. Jeder Elastizitätszahl k einer Querschwelle kann unabhängig von allen anderen Werten jede beliebige Gröfse von dem dem Fortfalle der betreffenden Einzelstützung entsprechenden Werte 0 bis zu dem starrer Stützung angehörigen Grenzwerte ∞ zugewiesen werden. Ebenso kann ψ, m jeder Wert von 0 bis ∞ gegeben werden.

Über die Bedeutung der einzelnen Gleichungen ist noch das Folgende zu sagen.

Die Hauptgleichung I) kann als der allgemeine Satz über das Biegungsmoment M der Mitte eines Balkens mit elastisch gebundenen Enden betrachtet werden.

Ist für den nicht durch Zwischenstützen gestützten Balken der allgemeine Satz:

$$4\,m\,M = \frac{R\,(1+\sigma)^2}{1+\delta}$$

bekannt, so ist damit auch die Hauptgleichung I) für den Balken mit Zwischenstützen P bekannt, weil die Kräfte P als negative Lasten des Balkens ohne Zwischenstützen angesehen werden können.

Ähnliches gilt für Hauptgleichung II), welche als sinngemäfse Zusammenzählung der von den Einzellasten R, P im Balken erzeugten Querkräfte $2\,Q = \pm \frac{R\,[\sigma\delta]}{[\delta]}$ aufgefafst werden kann.

Gleichungen I) und II) machen keinerlei Voraussetzungen über irgend welchen den Stützenkräften P durch die elastische Bindung k etwa auferlegten Zwang.

Jede einzelne hinzutretende Stützengleichung beruht auf der Betrachtung der elastischen Verbiegung des Balkenstückes λ vom Mittelpunkte 0 bis zur Stützenstelle, und dieser Stützung

am Ende des Balkenstückes λ wird der Zwang der elastischen Bindung $P = ky$ auferlegt.

Diese hier für Unsymmetrie und beliebige, unsymmetrische Wirkungsweise der Einzelschwellen niedergeschriebenen Formeln umfassen als die allgemeinsten Darstellungen auch die Fälle der Symmetrie und Antisymmetrie als Sonderfälle in sich.

Steht ein Rad R oder eine Stütze P im Mittelpunkte 0, so kann man die Stelle der Querkraft Q der Gleichungen in die Mitte der Kraftwirkung R oder P setzen, sodafs also Q den halben Unterschied der Querkräfte $Q_1 = \frac{R}{2} + Q$, $Q_2 = \frac{R}{2} - Q$ rechts und links von 0, beide Kräfte Q_1, Q_2 nach oben gezeichnet, bedeuten würde. Man erkennt hierbei durch den Bau der Gleichungen, dafs bei Symmetrie, symmetrischer Belastung und symmetrischer Wirkung der Schwellen Gleichung II den Wert $Q = 0$ liefert, während je zwei auf symmetrisch liegende Querschwellen bezügliche Stützengleichungen übereinstimmend werden, daher eine von ihnen überflüssig wird.

Schreibt man die Bestimmungsgleichungen in der hier angegebenen Form, so erhält man diejenige übersichtliche Darstellung der Determinante aller Gleichungen, wie wir solche bereits für den Balken mit drei Zwischenstützen zur Anwendung brachten.

Die Determinante, welche man sich beliebig fortgesetzt denken kann, bleibt stets so gebaut, dafs in der Diagonale die Werte $1 + \delta$, $[\delta]$ und dann folgend alle einfachen Werte $\frac{\psi}{mk}$, keine anderen Nebenwerte, stehen. Aufserhalb der Diagonalenreihe aber steht nie ein Wert $\frac{\psi}{mk}$.

Mithin gilt bei beliebiger Ausdehnung der Determinante stets die einfache Regel:

Um das Glied der Determinante zu erhalten, welches den bestimmten Faktor $\frac{\psi}{m\,k_p}$, und keinen weiteren Faktor $\frac{\psi}{m\,k}$ enthält, hat man in der Determinante diejenige Spalte und Zeile zu streichen, in welcher $\frac{\psi}{m\,k_p}$ steht, die übrig bleibende Unterdeterminante liefert für $\psi = 0$ den gesuchten Ausdruck.

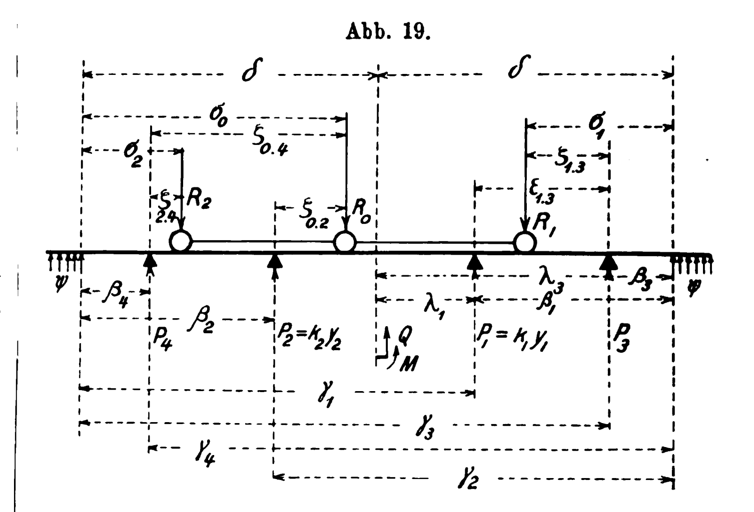
Ebenso erhält man jedes beliebige Glied mit den bestimmten Faktoren $\frac{\psi}{m\,k_p} \cdot \cdot \frac{\psi}{m\,k_q}$ durch Streichung aller Spalten und Zeilen, in welchen $\frac{\psi}{m\,k_p}, \ldots, \frac{\psi}{m\,k_q}$ stehen, durch die übrig bleibende Unterdeterminante, in der noch $\psi = 0$ zu setzen ist.

Als einfaches Beispiel wird im Folgenden betrachtet:

8. Der Balken mit elastisch gebundenen Enden, drei Radlasten und vier unsymmetrischen Zwischenstützen.

Für die Kräfteverteilung der Textabb. 19 gelten die sechs Gleichungen:

Abb. 19.



Gl. 1) . . $4\,m\,M + \Sigma P\,(1 + \beta)^2 = \Sigma R\,(1 + \sigma)^2,$

Gl. 2) $$2\,Q\,[\delta] - P_1\,[\beta_1\,\delta] + P_2\,[\beta_2\,\delta] - P_3\,[\beta_3\,\delta] + P_4\,[\beta_4\,\delta] = R_0\,[\sigma_0\,\delta] - R_1\,[\sigma_1\,\delta] + R_2\,[\sigma_2\,\delta].$$

Gl. 3) $$2\,m\,M\,(1 + \gamma_1)^2 + 2\,Q\,[\gamma_1\,\delta] + \frac{\psi_1\,P_1}{m\,k_1} + 2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_1] + 2\,P_4\,[\beta_4\,\gamma_1] = 2\,R_0\,[\sigma_0\,\gamma_1] + 2\,R_2\,[\sigma_2\,\gamma_1],$$

Gl. 4) $$2\,m\,M\,(1 + \gamma_2)^2 - 2\,Q\,[\gamma_2\,\delta] + 2\,P_1\,[\beta_1\,\gamma_2] + \frac{\psi\,P_2}{m\,k_2} + 2\,P_3\,[\beta_3\,\gamma_2] \quad \frac{2}{3}\,\zeta^3{}_{02}\,R_0 + 2\,R_1\,[\sigma_1\,\gamma_2],$$

Gl. 5) $$2\,m\,M\,(1 + \gamma_3)^2 + 2\,Q\,[\gamma_3\,\delta] + \frac{2}{3}\,\varepsilon^3{}_{1\cdot 3}\,P_1 + 2\,P_2\,[\beta_2\,\gamma_3] + \frac{\psi\,P_3}{m\,k_3} + 2\,P_4\,[\beta_4\,\gamma_3] = \frac{2}{3}\,\zeta^3{}_{13}\,R_1 + 2\,R_0\,[\sigma_0\,\gamma_3] + 2\,R_2\,[\sigma_2\,\gamma_3].$$

Gl. 6) $$2\,m\,M\,(1 + \gamma_4)^2 - 2\,Q\,[\gamma_4\,\delta] + 2\,P_1\,[\beta_1\,\gamma_4] + \frac{2}{3}\,P_2\,\varepsilon_{24}{}^3 + 2\,P_3\,[\beta_3\,\gamma_4] + \frac{\psi\,P_4}{m\,k_4} = \frac{2}{3}\,\zeta^3{}_{04}\,R_0 + \frac{2}{3}\,\zeta_{24}\,R_2 + 2\,R_1\,[\sigma_1\,\gamma_4].$$

aus welchen, nach Aufstellung der Determinante dieser Gleichungen:

$$\begin{vmatrix} 1 + \delta, & 0, & (1 + \beta_1)^2, & (1 + \beta_2)^2, & (1 + \beta_3)^2, & (1 + \beta_4)^2 \\ 0, & [\delta], & -[\beta_1\,\delta], & +[\beta_2\,\delta], & -[\beta_3\,\delta], & +[\beta_4\,\delta] \\ \frac{(1 + \gamma_1)^2}{2}, & [\gamma_1\,\delta], & \frac{\psi}{m\,k_1}, & 2\,[\beta_2\,\gamma_1], & 0, & 2\,[\beta_4\,\gamma_1] \\ \frac{(1 + \gamma_2)^2}{2}, & -[\gamma_2\,\delta], & 2\,[\beta_1\,\gamma_2], & \frac{\psi}{m\,k_2}, & 2\,[\beta_3\,\gamma_2], & 0 \\ \frac{(1 + \gamma_3)^2}{2}, & +[\gamma_3\,\delta], & \frac{2}{3}\,\varepsilon^3{}_{1\cdot 3}, & 2\,[\beta_2\,\gamma_3], & \frac{\psi}{m\,k_3}, & 2\,[\beta_4\,\gamma_3] \\ \frac{(1 + \gamma_4)^2}{2}, & -[\gamma_4\,\delta], & 2\,[\beta_1\,\gamma_4], & \frac{2}{3}\,\varepsilon^3{}_{24}, & 2\,[\beta_3\,\gamma_4], & \frac{\psi}{m\,k_4} \end{vmatrix}$$

die sechs Unbekannten, $4\,m\,M$, $2\,Q$, P_1, P_2, P_3, P_4 bei gegebenen Zahlenwerten ψ, m, δ, β und willkürlich zu wählenden elastischen Auftriebwerten k_1, k_2, k_3, k_4 der vier Querschwellen berechnet werden können.

Sandstreu-Vorrichtung Bauart Haas.*)

Von **E. Wehrenfennig**, Oberinspektor der österreichischen Nordwestbahn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XL.

Die Süd-Norddeutsche Verbindungsbahn hat eine ihrer Lokomotiven mit einem Sandstreuer nach Haas ausgerüstet, der sich bei schwierigen Anfahrbedingungen, steilen Steigungen und schlüpfrigen Schienen gut bewährt; die Bahnverwaltung bringt ihn nun bei einer weitern Anzahl ihrer Lokomotiven in Verwendung.

In Abb. 1 bis 3, Tafel XL ist die Anordnung gezeichnet. Der Rundkessel der Lokomotive trägt einen Sandbehälter B, welcher mit lotrechten Blechtaschen T versehen ist, in diese münden die Sandauslaufrohre R. Mit der Zugstange Z öffnet der Führer die mittels Hahn W absperrbare Dampfleitung l und dreht die Welle n. Dabei wird der Sand mit den Stiften b gelockert.

Die mit der Welle n verkeilten Abschlufsschieber s geben dann die Öffnungen der Wand der in die Sandkasten eingebauten Blechtaschen frei und der untere Teil der Taschen füllt sich mit losem Sande, der dann in die vor die Räder führenden Auslaufrohre R abfliefst.

Nach Öffnen des Hahnes W tritt der Dampf in den untern Hohlraum des Dampftopfes P (Abb. 4, Tafel XL) und von hier durch die ringsum am Mantel befindlichen drei kleinen Löcher q des Arbeitszylinders C in letztern ein.

Der vasenförmige Ansatz des Zylinders C hat den Zweck, das Niederschlagwasser zurückzuhalten, damit die Vorrichtung ohne Verzug in Gang kommt.

Der Dampfdruck hebt nun den durch das Gewicht G belasteten Kolben K so hoch, dafs der Dampf zwischen Kolben und Arbeitszylinder C durch den Kanal a A entweichen kann. Sobald kein Dampfdruck mehr vorhanden ist, führt das nötigen Falles mit Feder F auszustattende Gewicht G den Kolben wieder zurück.

Die Bewegung des Kolbens wird durch die Kolbenstange o und die Druckstäbe d auf den einarmigen, mit der Welle f verkeilten Hebel e übertragen. Da die untern löffelförmig ausgebildeten Enden der gleichfalls fest auf der Welle sitzenden Hebel LL bei ihrer Bewegung die Öffnungen der Sandauslaufrohre R mehr oder weniger verschliefsen, so kann der Sand in entsprechender Menge ablaufen.

Der beschriebene Vorgang wiederholt sich in der Minute 150 bis 300 mal, je nach der Gröfse des Dampfdruckes, ähnlich wie bei dem Latowski'schen Läutewerke.

Durch die Kanäle t und j kann das Niederschlagwasser abfliefsen. Das Ablaufröhrchen i ist zum Schutze gegen Frost in das Auspuffrohr gelegt. Der Hub des Kolbens ist durch die Dampfbuffer k und den Luftbuffer g begrenzt. Durch diese Buffer wird auch stofsfreier Gang des Kolbens erzielt. Mittels des Ölgefäfses J wird der Kolben geschmiert.

Die gestreute Sandmenge hängt von dem Mafse der Öffnung des Abschlufsschiebers s und der Schwingungszahl der Löffel ab. Der Lokomotivführer hat es daher in der Hand, die Tätigkeit des Streuers durch den Grad der Öffnung des Dampfabsperrhebers am Stehkessel und des Zuges an der Stange Z nach Bedarf einzustellen.

Ein weiterer Vorzug ist, dafs der Streuer als Handsandstreuer benutzt werden kann, wenn der Dampfantrieb einmal versagen sollte; das Streuen geschieht dann durch Hin- und Herbewegung der Zugstange Z.

Die Ergebnisse, welche mit dieser Vorrichtung erzielt sind, befriedigten in jeder Hinsicht. Durch die Vermeidung der Berührung des Sandes mit Dampf, durch die Auflockerstifte b und die rasch schwingenden Löffel L wird das Zusammenballen des Sandes verhindert.

Der Abflufs des Sandes erfolgt gleichmäfsig. Letzteres, sowie die zuverlässige Wirkung gestatten, der Bemessung der Zuglast auf Steigungen und bei ungünstiger Witterung eine höhere Zugkraft zu Grunde zu legen. Bei windigem Wetter kommt auch bedeutend mehr des gestreuten Sandes zur Wirkung, als bei dem früher verwendeten Sandstreuer Bauart Gresham.

Der Dampfverbrauch ist gering; die Handhabung einfach und der Führer wird durch die Handhabung nicht erheblich mehr belastet.

Bei dreifsig Lokomotiven der preufsischen Staatsbahnen ist der beschriebene Sandstreuer mit gutem Erfolge in Betrieb, weitere Anbringung wird beabsichtigt.

Für Österreich ist das Ausführungsrecht der Maschinen-Bauanstalt und Eisengiefserei der Süd-Norddeutschen Verbindungsbahn in Reichenberg erteilt, die einen solchen Streuer in der deutsch böhmischen Ausstellung in Reichenberg 1906 ausgestellt hatte.

*) D. R. P. 144614.

Neuere Lokomotivsteuerungen.

Von **Metzeltin**, Regierungsbaumeister a. D. zu Hannover-Linden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 25 auf Tafel XXXVIII und Abb. 26 bis 37 auf Tafel XXXIX.

(Fortsetzung von Seite 196.)

Bei den günstigen Erfahrungen mit der Lentzschen Ventilsteuerung im Dampfmaschinenbaue hat sich 1905 die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft auf Anregung von Lentz als erste entschlossen, eine Lokomotive mit Ventilsteuerung auszuführen. Es handelte sich hierbei um eine der Ilseder Hütte gehörige $^{2}/_{3}$ gekuppelte Tenderlokomotive mit hinterer Laufachse, die im Jahre 1899 gebaut war und folgende Hauptabmessungen besafs: (Textabb. 1 und 2)

Spurweite	780 mm
Zylinderdurchmesser d	250 «
Kolbenhub h	450 «
Raddurchmesser D	900 «
Achsstand, fest	1675 «
» ganzer	3200 «
Dampfdruck p	11 at
Rostfläche R	0,8 qm



Heizfläche des Überhitzers	7 qm
« ganze H	42,86 «
Kohlenraum	350 kg
Wasserraum	1730 ltr
Leergewicht	12660 kg
Reibungsgewicht	12700 «
Dienstgewicht	16500 «
Zugkraft $0{,}6\ p \frac{d^2 h}{D}$	2060 «

Diese Lokomotive befand sich im Jahre 1905 bei der genannten Firma in Ausbesserung, bei der hiermit verbundenen

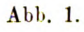


Abb. 1.

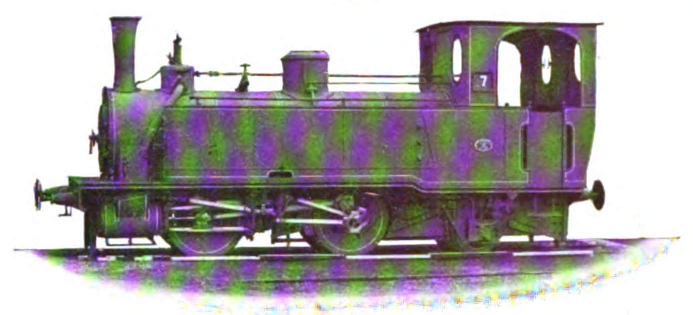
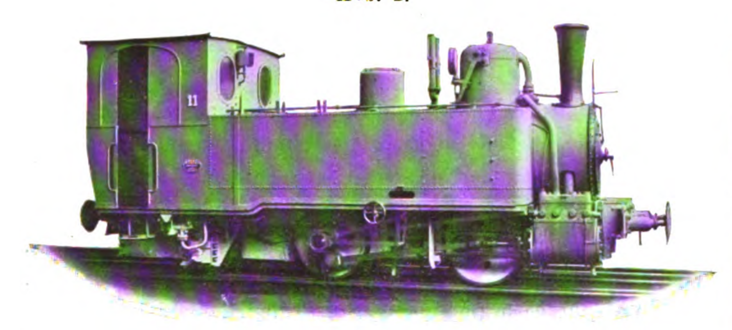


Abb. 2.



Kesseluntersuchung war ein Pielock-Überhitzer von 7 qm Heizfläche in den Kessel eingebaut.

Da man die bisher vorhandenen alten Flachschieber zu belassen gedachte, wurde der Überhitzer verhältnismäfsig klein gewählt und zwar so, dafs er 270 bis 280° Überhitzung im Dome ergeben sollte. Erst als der Kessel fertiggestellt war, wurde beschlossen, die Lokomotive mit der Lentz-Ventilsteuerung auszurüsten, so dafs diese für Verwendung hoch überhitzten Dampfes geeignete Steuerung im vorliegenden Falle mit einer verhältnismäfsig geringen Überhitzung arbeiten mufste. Der Umbau der eigentlichen Maschine für Ventilsteuerung vollzog sich sehr leicht; es wurden nur die Zylinder erneuert, wobei die mit Rücksicht auf die Verwendung von Heifsdampf wünschenswerte Vergröfserung des Zylinderdurchmessers von 250 mm auf 260 mm leicht ausgeführt werden konnte. Die Zugkraft stieg damit auf 2200 kg, beträgt also $\frac{1}{5{,}8}$ des Reibungsgewichtes. Textabb. 1 und 2 zeigen die Lokomotive vor und nach dem Umbaue. Die Steuerung blieb die alte Allansche Schwingensteuerung, bis auf die Schieberschubstange; nur diese wurde durch eine Stange mit Hubbögen ersetzt.

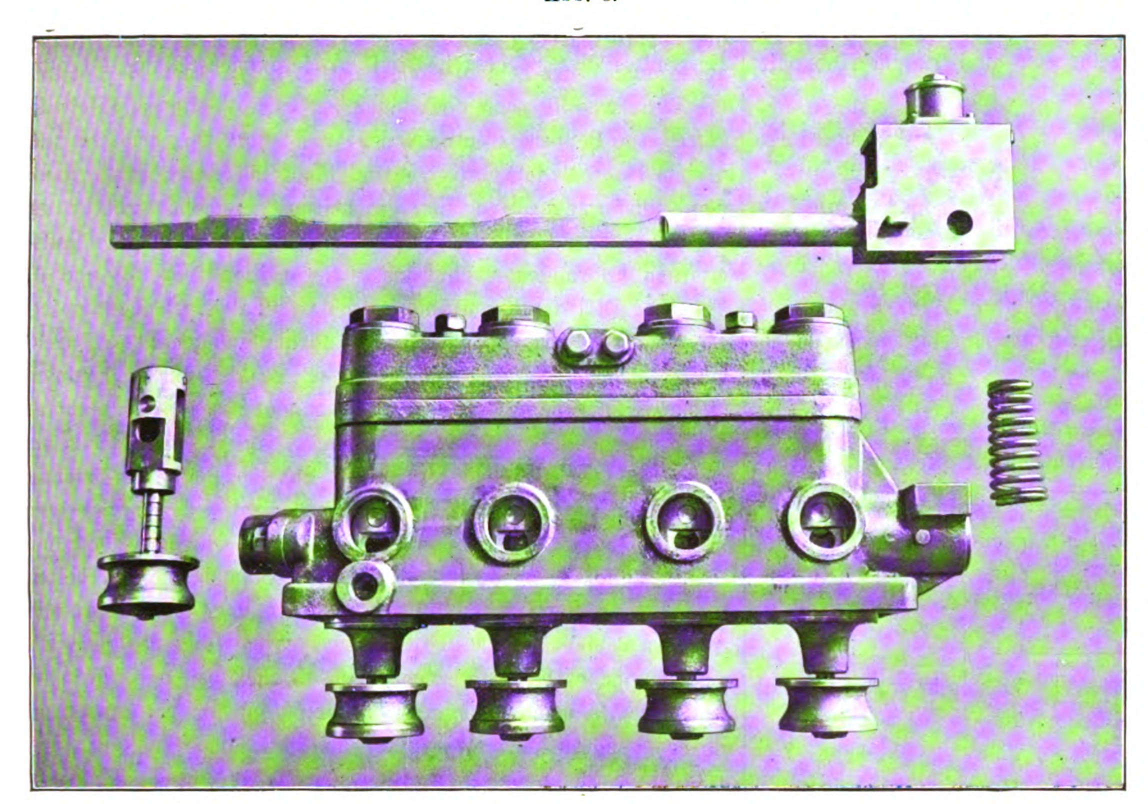
Abb. 5 und 6, Taf. XXXVIII zeigen Längs- und Querschnitt durch den Zylinder nebst Ventilkasten, Textabb. 3 die Einzelteile der Ventilsteuerung. Alle vier Ventile sind in einer Reihe angeordnet; die beiden Einlafsventile liegen nach der Mitte, die Auslafsventile nach den Enden zu. Die Ventile sind leichte gufseiserne Doppelsitzventile von 94 und 90 mm Durchmesser und 40 mm Höhe. Die Ventilsitze sind nicht eingesetzt, sondern an den Zylinder angegossen. Ihre Bearbeitung geschieht durch Fräser mittels genauer Lehren. Die Ventilspindeln s sind in den gufseisernen Führungen f nur durch die in den Abb. 5 und 6, Taf. XXXVIII sichtbaren Nuten, also durch Labyrinth abgedichtet. Das Schleifen der Spindel und der Führung auf denselben Durchmesser erfordert peinlich genaue Arbeit, da die Führung zugleich reibungsfrei und dampfdicht erfolgen mufs. Wie langjährige Erfahrungen im Dampfmaschinenbaue beweisen, liegt darin bei diesen kleinen Durchmessern keine Schwierigkeit und richtig hergestellte Spindeln halten jahrelang dicht. Gegenüber den Kolbenschiebern, für deren Herstellung insbesondere bei den Heifsdampflokomotiven der preufsischen Staatsbahnen Arbeiten nach Lehren unter Einhaltung von Spielräumen von 0,045 mm zwischen Schieberringen und Schieberbüchsen vorgeschrieben ist, mufs besonders betont werden, dafs es sich bei den geringen Spindelabmessungen auch bei Heifsdampf nur um verschwindend geringe Änderungen der Mafse*) durch Wärme handelt, und dafs die Ausdehnung, weil alle Querschnitte der Spindel und Führungen zylindrisch sind, gleichmäfsig erfolgt, unrunde Verwerfungen also ausgeschlossen sind. Der auf die Ventilspindel aufgeschraubte, im Ventilkasten geführte Kopf b trägt eine um den Zapfen z leicht drehbare Rolle von 35 mm Durchmesser. Letztere läuft auf der durch den Kopf gehende Hubbögenstange h, die an die Stelle der Schieberstange bei der Schwingensteuerung tritt. Duch Hin- und Herbewegung dieser Stange werden die vier Ventile durch die vier symmetrisch angeordneten Hubbögen abwechselnd gehoben, während der Schlufs durch die über den einzelnen Ventilen liegenden Federn erfolgt. Alle zur Betätigung der Ventile erforderlichen Teile arbeiten also aufserhalb des Dampfraumes und sind von einem gufseisernen Kasten eingeschlossen, also der Einwirkung des Dampfes und Staubes völlig entzogen. Der Aufsatz dieses Kastens dient als Ölgefäfs, aus dem vier kleine Dochte das Öl auf die Köpfe der Ventilführnngen leiten. An den Kanal k kann ein Kupferröhrchen angeschlossen werden, welches den etwa durch die Spindelführungen dringenden Niederschlag nach aufsen leitet. Die in Textabb. 3 sichtbaren vier Schaulöcher dienen zur Prüfung der richtigen Einstellung der Ventile, die derart erfolgt, dafs die Rollen an den niedrigsten Stellen der Hubbögenstange gerade anfangen, sich abzuheben.

Die Spindelführungen werden von unten an den Boden des Ventilkastens angeschraubt. Durch Lösen der zehn Befestigungsschrauben des Ventilkastens auf dem Zylinder und Abkuppeln der Hubbögenstange von der Schubstange kann der ganze Ventilkasten im Betriebe von zwei Mann in weniger als 15 Minuten abgenommen werden, wie Versuche an der noch zu beschreibenden $^2/_5$ gekuppelten Schnellzuglokomotive gezeigt haben. Als Hülfs-

*) Eine Spindel von 24 mm würde sich bei Erwärmung von 0 bis 300° nur um 0,085 mm, ein Kolbenschieber von 150 mm Durchmesser um 0,48 mm ausdehnen.



Abb. 3.



Bei den geringen Kräften*) hat es keine Schwierigkeit, genauen Schlufs der Ventile zu erzielen. Die Schaulinien in Abb. 9 bis 12, Taf. XXXVIII zeigen das gute Arbeiten der Steuerung, insbesondere den genauen Abschlufs. Die Steuerung wurde nach halbjährigem Betriebe aufgenommen; weder an der Stange noch an den Ventilen haben sich bis dahin Abnutzungen gezeigt; auch nach Jahresfrist arbeitet die Steuerung tadellos. Abgesehen von dem Ersatze einer gebrochenen Feder sind keine Arbeiten erforderlich geworden. Die Ventile und die Spindeln sind dicht wie im Anfange.

werkzeug ist hierzu abgesehen von Schraubenschlüsseln höchstens eine Stange oder ein Bindestrick zum bequemeren Anfassen nötig gewesen. Bei Abnehmen eines Schieberkastendeckels, der bei Schnellzuglokomotiven mit Flachschiebern etwa 150 bis 190 kg wiegt, mufs zunächst die Bekleidung entfernt werden, die bei dem nicht dampfführenden Ventilkasten nicht vorhanden ist; dann müssen etwa 25 bis 28 Schrauben gelöst werden und zum Abheben des schweren Deckels ist ein Flaschenzug nötig.

Die Hubbögen sind so ausgebildet, dafs sich an eine ganz schwach geneigte Anlauffläche eine stark geneigte Hubfläche anschliefst. Die Flächen müssen so ausgebildet sein, dafs die Beschleunigung keine scharfen Wechsel aufweist. Die Federn sind dann so zu berechnen, dafs sie die Rolle sowohl beim Öffnen, wobei vor Erreichung des Ventilhubes eine Verzögerung eintritt, als auch besonders beim Schliefsen stets an die Hubbögenstange andrücken. Abb. 7 und 8, Taf. XXXVIII zeigen die Erhebungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-Linien*) für die Ventile der Lokomotive der Ilseder Hütte bei 300 Umdrehungen und 0,25 und 0,5 Füllung. Hiernach beträgt der gröfste Beschleunigungsdruck bei dem geringen Ventilgewichte von 3,34 kg und einem Hube von 13 mm und dem kaum vorkommenden Falle von 50 % Füllung bei 300 Umdrehungen nur 134 kg, bei etwa 25 % Füllung und 300 Umdrehungen nur 48 kg. Unter Berücksichtigung des Dampfdruckes und aller sonstigen Umstände ergibt sich ein mittlerer Druck auf die Rolle von nur 36 kg, also bei der Breite der Stange von 24 mm ein mittlerer Druck von nur 1,5 kg/m, während sich beispielsweise für die Radreifen bei 72 mm Schienenkopfbreite und 8 t Raddruck 110 kg/mm ergibt.

*) Anleitung zur zeichnerischen Ermittelung solcher Linien: Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1902, S. 1924.

Bei ganz kleinen Lokomotiven hat die Erzielung schnellen Ventilschlusses bei Belassung der übrigen Steuerungsteile in ihrer bisherigen Gestalt insofern einige Schwierigkeit, als die Rollendurchmesser der Herstellung wegen eine untere Grenze haben, sich somit die Hubbögen auf eine nicht zu unterschreitende Länge ausdehnen müssen. Ist aber eine solche Lokomotive, oder wenigstens die Steuerung neu zu entwerfen, so bietet die Wahl entsprechend gröfsern Hubes der Ventilstange keine Schwierigkeit, wie später ein Ausführungsbeispiel zeigen wird. Hierdurch ergibt sich eine schnellere Bewegung der Hubbögenstange. Die zur Ausbildung der Hubbögen erforderliche Länge bleibt dieselbe und wird daher ungefähr im Verhältnisse der Vergröfserung des Stangenhubes schneller durchlaufen. Für die Steuerung selbst bedeutet die Vergröfserung des Schieberhubes keinen Nachteil, da die Hubbögenstange selbst so gut wie reibungslos arbeitet. Bei gröfseren Lokomotiven ergibt sich schon bei Verwendung der vorhandenen Steuerung ein ganz erheblicher Unterschied in der Eröffnung der Dampfeinströmung und in der Geschwindigkeit für den Abschlufs.

Die Abb. 13 bis 16, Taf. XXXVIII zeigen beispielsweise die Schieberöffnung-Schaulinien der preufsischen 2/4 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive im Vergleiche zu den Eröffnungen bei Ausbildung einer Ventilsteuerung unter der Voraussetzung, dafs

*) Bei schweren Schiebern ergeben sich bei hohen Geschwindigkeiten Beschleunigungsdrücke von 1000 kg und mehr. Amerikanische Bahnen schreiben den Lokomotivführern vielfach vor, die Steuerung bei Absperrung des Dampfes nicht eher ganz auszulegen, als bis sich die Geschwindigkeit vermindert hat, da bei der meist recht schweren Ausführung der Kolbenschieber und dem grofsen Hube bei ausgelegter Steuerung oft Brüche der Schieberstangen beobachtet wurden, die zweifellos auf die zu hohen Beanspruchungen durch die Beschleunigungsdrücke zurückzuführen sind.

die Steuerung belassen und nur an Stelle des Schiebers von 258×435 mm Grundfläche mit seiner Schieberstange vier Doppelsitzventile von 110 mm Durchmesser und 12 mm Hub mit einer Hubbögenstange eingesetzt werden.

Mit der erwähnten Lokomotive der Ilseder Hütte sind im August 1905 eingehende Verbrauchsversuche durchgeführt. Diese konnten sich insbesondere auch auf die genaue Messung des Kohlenverbrauches erstrecken, da die Ilseder Hütte für diese kleinen Lokomotiven als Heizstoff Kohlenziegel von ziemlich gleichmäfsigem Gewichte verwendet.

Die Heifsdampf-Ventillokomotive Nr. 11 (Textabb. 2) fuhr mit einer genau gleichen Nafsdampf-Schieberlokomotive Nr. 13 in demselben Zugdienste, und zwar mit stets ungefähr denselben Lasten vor denselben Zügen Grofs-Ilsede—Lengede. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Zusammenstellung III enthalten. Mit der Ventillokomotive wurde eine Ersparnis an Wasser von 30,6 % und an Kohle von 19,5 % erzielt. Im Dezember 1905, nachdem jede der beiden Lokomotiven inzwischen etwa 17500 km durchlaufen hatte, wurde eine Nachprüfung dieser Versuche vorgenommen. Seit August 1905 hatten an der Ventillokomotive keine Ausbesserungen stattgefunden; es war nicht nötig gewesen, die Steuerung oder den Überhitzer nachzusehen. Die zum Vergleiche verwendete Nafsdampflokomotive hatte kurz vor diesen Versuchsfahrten 66 neue

Zusammenstellung III. Tagesleistung jeder Lokomotive 140 km.

August 1905.

Lokomotive Nr. 11. **Ventilsteuerung, Heifsdampf.**

Tag	Leistung beladene Achsen zu 3,05 t	Leistung leere Achsen zu 1,05 t	Wasserverbrauch kg	Kohlenverbrauch kg	Bemerkungen
23. Aug. 05	290	258	4404	741	sehr windig, Regen
24. „ 05	266	256	4872	737	windig
25. „ 05	276	318	5260	732	schön
26. „ 05	254	274	4460	649	fast windstill
zusammen	1086	1106	18996	2859	--
Durchschnitt am Tage	272	277	4749	715	—

beförderte Zuglast ohne Lokomotive: 1086 . 3,05 + 1106 1,05 = 4474 t,
geleistete tkm 4474 . 14 = 62636,
Kohlenverbrauch für 1000 tkm 45,6 kg,
Wasserverbrauch für 1000 tkm 303,3 kg.

Lokomotive Nr. 13. **Schiebersteuerung, Nafsdampf.**

Tag	Leistung beladene Achsen zu 3,05 t	Leistung leere Achsen zu 1,05 t	Wasserverbrauch kg	Kohlenverbrauch kg	Bemerkungen
21. Aug. 05	240	260	5920	844	schön
22. „ 05	206	260	5850	840	windstill
28. „ 05	270	298	6840	800	Regen und Wind
29. „ 05	260	242	6400	761	Regen und Wind
zusammen	976	1060	25010	3245	—
Durchschnitt am Tage	244	265	6253	811	—

beförderte Zuglast ohne Lokomotive: 976 . 3,05 + 1060 . 1,05 = 4090 t,
geleistete tkm 4090 14 = 57260,
Kohlenverbrauch für 1000 tkm 56,7 kg,
Wasserverbrauch für 1000 tkm 436,8 kg.

Zusammenstellung IV. Tagesleistung jeder Lokomotive 140 km.

Dezember 1905.

Lokomotive Nr. 11. **Ventilsteuerung, Heifsdampf.**

Tag	Leistung beladene Achsen zu 3,05 t	Leistung leere Achsen zu 1,05 t	Wasserverbrauch kg	Kohlenverbrauch kg	Bemerkungen
30. Nov. 05	286	246	6160	774,0	heftiger Seitenwind
1. Dez. 05	340	320	5920	850,0	schönes Wetter, mäfsig starker Wind
8. „ 05	352	280	6142	753,6	trübes Wetter, schwacher seitlicher Wind
9. „ 05	304	324	5984	702,0	trübe, Regenschauer, mäfsig starker Seitenwind
zusammen	1282	1170	24206	3079,6	—
Durchschnitt am Tage	320,5	292,5	5051,5	769,9	—

beförderte Zuglast ohne Lokomotive: 1282 . 3,05 + 1170 . 1,05 = 5138,6 t,
geleistete tkm 5138,6 . 14 = 71940,4,
Kohlenverbrauch für 1000 tkm 42,8 kg,
Wasserverbrauch für 1000 tkm 336,5 kg.

Lokomotive Nr. 13. **Schiebersteuerung, Nafsdampf.**

Tag	Leistung beladene Achsen zu 3,05 t	Leistung leere Achsen zu 1,05 t	Wasserverbrauch kg	Kohlenverbrauch kg	Bemerkungen
28. Nov. 05	276	280	7140	846,0	gutes Wetter, mäfsiger Wind
4. Dez. 05	274	282	7326	806,4	trübes Wetter, windstill
5. „ 05	288	300	7393	868,8	trübe, schwacher Wind
6. „ 05	288	286	7375	849,6	ziemlich stürmisch, ab und zu starkes Schneegestöber
zusammen	1126	1148	29234	3370,8	Die Lokomotive hatte vor den Vergleichsfahrten 66 neue Rohre erhalten
Durchschnitt am Tage	281,5	287	7308,5	842,7	

beförderte Zuglast ohne Lokomotive: 1126 . 305 + 1148 . 1,05 = 4639,7 t,
geleistete tkm 4639,7 . 14 = 64955,9,
Kohlenverbrauch für 1000 tkm 51,9 kg.
Wasserverbrauch für 1000 tkm 450,1 kg.

Rohre erhalten, mufste also eine etwas bessere Ausnutzung der Heizgase liefern, da sich die Rohre der Heifsdampf-Lokomotive bei dem sehr schlechten Speisewasser inzwischen ziemlich stark mit Kesselstein bedeckt hatten. Die Ergebnisse dieser Dezember-Versuche sind in Zusammenstellung IV mitgeteilt. Die Ventillokomotive erzielte 25,2 $^0/_0$ Wasserersparnis und 17,5 $^0/_0$ Kohlenersparnis, ein Ergebnis, das im höchsten Mafse befriedigte und mit Rücksicht auf den Einflufs der Witterungsverhältnisse auf die Genauigkeit der Streckenversuche mit dem Versuchsergebnis vom August als übereinstimmend erachtet werden kann. Die Dampfwärme betrug im Mittel etwa 275^0, die Überhitzung also 90^0. Man schätzt die Kohlenersparnis auf 1 $^0/_0$ für je 10^0 Überhitzung. Bei kleinen Werklokomotiven mit stark wechselnder Beanspruchung und häufigen Unterbrechungen im Betriebe wird die Ersparnis etwas gröfser angenommen werden dürfen. Rechnet man im vorliegenden Falle mit 1,1 bis 1,3 $^0/_0$ Ersparnis für je 10^0 Überhitzung, so dürften etwa 6 bis 8 $^0/_0$ der Ersparnis an Kohlen auf die Anwendung der Ventilsteuerung zurückgeführt werden können. Diese Ersparnis ist zum Teil dem genauern Arbeiten der Ventilsteuerung, zum Teil aber auch dem Fortfalle der Schieber- und Stopfbüchsen-Reibungsarbeit zuzuschreiben; sie ist durchaus wahrscheinlich, denn man kann bei einer Dampfmaschine mit Dampfdehnungsteuerung bei Dampfdrücken von 9 bis 10 at und Füllungen von 0,3 bis 0,5 auf eine Ersparnis von 0,9 bis 1,0 kg Dampf an nutzbarem Dampfverbrauche für 1 P.S./St. rechnen*). Da der Dampfverbrauch bei dieser Lokomotive auf etwa 15 kg für 1 P.S./St. zu schätzen ist, wird man etwa 7 $^0/_0$ Dampfersparnis durch die Anwendung der Ventilsteuerung erwarten können. Bei grofsen Lokomotiven, deren Dampfverbrauch etwa 10 kg beträgt, steigt die Ersparnis entsprechend.

Zu beachten ist ferner, dafs Ventile nach den Erfahrungen an Dampfmaschinen auch nach jahrelangem Betriebe dicht halten. Schieber werden mit der Zeit mehr undicht.

*) Hütte 19. Auflage I, S. 979.

Die durch Anwendung der Ventilsteuerung erzielten Ersparnisse werden also mit der Länge der Betriebsdauer der verglichenen Lokomotiven zunehmen.

Wenn auch die Lokomotive der Ilseder Hütte nur mit Geschwindigkeiten bis zu etwa 25 km/St., also 150 Radumdrehungen läuft, so wurde sie doch, wie das im Hüttenbetriebe üblich ist, sehr stark beansprucht. Auch die Bedienung war nicht grade die geschickteste. Daher trat bei dem gegen die Nafsdampflokomotive um 10 mm vergröfserten Zylinderdurchmesser sehr häufig Radschleudern ein. Da sich die Steuerung der Lokomotive nach Untersuchung im Januar 1906 trotzdem aufserordentlich gut gehalten hatte, wurde die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft ermutigt, diese Steuerung auf die bekannte $^2/_5$ gekuppelte vierzylindrige Schnellzug-Verbundlokomotive ihrer Bauart für die preufsischen Staatseisenbahnen, die bei 100 km/St. Fahrgeschwindigkeit 270 Radumdrehungen macht, zu übertragen. Die betreffende Lokomotive ist in Mailand ausgestellt.

Von der Fabrik war in Aussicht genommen, die Lokomotive gleichzeitig auch mit einem Pielock-Überhitzer auszustatten. Die preufsischen Staatsbahnen lehnten jedoch eine so ausgerüstete Verbundlokomotive ab. Die Begründung der Ablehnung sagte u. a., dafs ein Bedürfnis, Verbundwirkung mit Heifsdampf bei Lokomotiven zugleich anzuwenden, nicht anerkannt werden könne. Man erklärte sich aber bereit, diese Lokomotive später mit der Ventilsteuerung zu übernehmen, falls ein mehrwöchiger Probebetrieb ihre dauernde Betriebstüchtigkeit ergäbe.*)

*) Diese Erklärung ist inzwischen erfolgt. Die Lokomotive geht nach Schlufs der Mailänder Ausstellung in den Lokomotivpark der K. E.-D. Hannover über.

(Schlufs folgt.)

Die Verwendung von alten Schienen auf den Eisenbahnen Indiens und Ceylons.

Von Dr.-Ing. O. Blum, Regierungs-Baumeister in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 12 auf Tafel XL.

Auch bei einem Nicht-Techniker mufs es bei einer Reise durch Indien und Ceylon auffallen, in welch grofsem Umfange alte Schienen zu allen möglichen Bauzwecken verwendet sind, man findet beinahe keine Art von Baulichkeiten, bei der nicht alte Schienen zur Anwendung gekommen wären. In erster Linie haben die Eisenbahnen ihre für den Betrieb unbrauchbaren Schienen für ihre eigenen Zwecke verbraucht, aber auch bei anderen öffentlichen und privaten Bauten sind allenthalben alte Schienen zu sehen.

Die Gründe dieser starken Verwendung sind folgende. Zunächst waren viele der zuerst eingeführten Eisenschienen so schwach und aus so schlechtem Stoffe, dafs sie den Betriebslasten nicht lange gewachsen waren und bald durch neu eingeführte ersetzt werden mufsten. Man erhielt damit grofse Mengen alter Schienen, die in Indien für Tragwerke viel höhern Wert hatten, als in Ländern mit entwickeltem Eisen-Gewerbe, weil die sonst zu den Bauausführungen nötigen Walzeisen unter hohen Beförderungskosten von Europa hätten eingeführt werden müssen. Eigene Walzwerke hat Indien bisher noch nicht, da das Land keine Eisenerze besitzt; es wird jetzt allerdings die Anlage eines Werkes geplant, dessen Hauptaufgabe wohl darin bestehen wird, altes Eisen einzuschmelzen und neu zu walzen. Dann würde wohl auch nicht mehr eine so ausgedehnte Verwendung von alten Schienen zu erwarten sein. Als günstige Umstände kamen noch in Betracht, dafs die zuerst eingeführten Schienen meist symmetrische Doppelkopfschienen waren, die sich für Bauzwecke gut eignen, und dafs sie aus verhältnismäfsig weichem Eisen bestanden, das sich gut biegen und bearbeiten liefs. Die einzelnen aus ihnen bestehenden Bauten sind fast ausnahmslos sehr geschickt durchgebildet und befriedigen auch vom architektonischen Standpunkte durchaus; nirgend hat man den Eindruck, ein aus Alteisen zusammengeflicktes Bauwerk vor sich zu haben. Zu dem guten und gefälligen Aussehen trägt die Verwendung von gufseisernen Teilen zur Verbindung und Verzierung viel bei.

Was dem Reisenden zuerst und am eigenartigsten auffällt

ist der Ersatz der Stationsglocke durch ein etwa 70 cm langes Schienenstück, das am Bahnsteige aufgehängt ist; auf ihm gibt der würdig dreinschauende Inder mit einem alten Schienennagel das Zeichen zum Einsteigen. Auf der Fahrt sieht man dann alte Schienen als Zaunpfähle, oben oft durch eine gefällige gufseiserne Spitze gekrönt; dann auch auf den Bahnsteigen als Stützen für die Laternen und die Schilder mit den Stationsnamen. Die Signalmaste bestehen häufig aus zwei Schienen, die durch kleine, eiserne, zum Besteigen dienende Sprossen gegeneinander verstrebt sind. Da das Holz sehr teuer und besonders in Südindien gegen die Witterung und die Ameisen nicht genügend widerstandsfähig ist, so sind für die Telegraphen-Leitung vielfach Schienen als einzelne Stangen oder auch als verstrebte Gerüste in Gebrauch. Zum Abschlusse von Bahnsteigen und Rampen werden ebenfalls alte Schienen verwendet.

Bei diesen Verwendungen ist keine besondere Bearbeitung der Schienen nötig. Sie werden aber auch zu schwierigeren Bauwerken, besonders zu Überdachungen, Hallen, Fufsgänger-Brücken, Wassertürmen verwendet. Die Säulen werden hierbei meist aus zwei oder noch mehr Schienen zusammengesetzt, während Sparren, Pfosten und Streben in der Regel nur aus einer Schiene bestehen. Abb. 5 und 6, Taf. XL zeigen zweistützige Hallen mit bogenförmiger Ausbildung der Binder. Die Überdachung des Zungenbahnsteiges in Delhi (Abb. 5, Taf. XL) lehnt sich mit dem spitzbogigen Mittelfelde sehr geschickt an das in gothischen Formen gehaltene Empfangs-Gebäude an. Die Verbindung der einzelnen Teile unter einander ist bei dieser Halle dadurch recht einfach gestaltet, dafs die Schienen gegeneinander gelegt und durch Bolzen verschraubt sind. Von einstützigen Hallen zeigen Abb. 7 und 8, Taf. XL Beispiele. Bei der in Abb. 7, Taf. XL dargestellten Halle sind die Bindersparren mit den oben auseinandergespreizten Säulen bei Punkt b in der Weise verbunden, dafs der Steg der einen Schiene ausgeschnitten und die andere zwischen den beiden Köpfen durchgeführt ist.

Dieselbe Verbindung findet sich auch bei der in Abb. 6, Taf. XL skizzierten Güterhalle. Die die Säule bildenden fünf Schienen der in Abb. 8, Taf. XL skizzierten Bahnsteig-Überdachung sind am Fufsende durch ein gufseisernes Mittelstück verbunden.

Die aus alten Schienen bestehenden Bauwerke der Bahnen Ceylons unterscheiden sich von denen in Nordindien dadurch, dafs in Ceylon keine Doppelkopf-, sondern lediglich Breitfufs-Schienen verwendet werden. Beispiele von Bahnsteighallen zeigen die Abb. 9 bis 12, Taf. XL.

Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton und ihre Anwendung.

Von **G. Barkhausen,** Professor, Geheimem Regierungsrate in Hannover.

Inhaltsübersicht.

I. Feststellung des Gegenstandes.

Wie auf den meisten Gebieten des Bauwesens spielt die Verbundbauweise in Eisenbeton auch im Eisenbahnwesen eine beträchtliche Rolle, und ihre Verwendung für Hochbauten, Brücken, Querschwellen und andere Teile wächst schnell. Daher erscheint es zeitgemäfs, auch im „Organ“ eine umfassende Behandlung der theoretischen Grundlagen dieser Bauweise und ihrer Anwendung mitzuteilen, die namentlich die möglichst einfache aber vollständige Lösung der gewöhnlichen Aufgaben ins Auge fafst.

In zwei Beziehungen soll zunächst eine Beschränkung der Allgemeinheit vorgenommen werden.

Zunächst wird die Zugwirkung des Beton bei der Ermittelung der Widerstandsfähigkeit der Verbundkörper ganz



ausgeschaltet. Zwar hat der Verfasser auch für deren Berücksichtigung bereits vergleichsweise einfache Formeln mitgeteilt,*) so dafs diese innerhalb enger Genauigkeitsgrenzen keine Schwierigkeit bietet, doch hat die übliche Art der Herstellung von Verbundbauten noch nicht den Grad von Sicherheit und Vollkommenheit erreicht, der vorausgesetzt werden mufs, wenn man sich auf den Widerstand des Beton gegen Zug verlassen will. Alle Vorschriften über Berechnung von Verbundbauten fordern deshalb auch vorläufig noch die Vernachlässigung dieses Teiles des Widerstandes der Betonkörper.

Zweitens soll auch für den Beton eine unveränderliche Elastizitätszahl eingeführt werden, da das innerhalb der tatsächlich zuzulassenden Spannungen keinen erheblichen Fehler zur Folge hat. Auch in dieser Beziehung liegen aus neuerer Zeit schärfere Behandlungsweisen vor,**) sie führen aber immer noch zu Verfahren, die den für die Bauausführung erwünschten Grad von Einfachheit nicht haben, und die Feststellungen dieses Gebietes durch Beobachtung sind noch nicht so sicher, dafs die verwickelteren Verfahren auch einen entsprechend höheren Grad von Zuverlässigkeit der Ergebnisse bieten könnten.

Mit diesen Einschränkungen hat der Verfasser bereits eine übersichtlich geordnete Reihe von Formeln mitgeteilt,***) die aber die Beanspruchung von Verbundkörpern gleichzeitig durch Biegungsmomente und Längskräfte, also die Berechnung von Gewölbequerschnitten nur teilweise, und das Vorhandensein von zwei Eiseneinlagen, in der Druckzone und in der Zugzone des Beton, wie es bei Bogen und Stützen unvermeidlich ist, gar nicht berücksichtigt.

Diese Unvollständigkeiten sollen hier vermieden werden, aufserdem wird gröfsere Einfachheit der Ergebnisse angestrebt, als in den angeführten und den meisten sonstigen Veröffentlichungen dieses Gebietes erzielt ist.

Gegenüber den staatlichen Vorschriften in Preufsen†) mufs auch hier betont werden, dafs sich diese nur zur Nachprüfung fertiger Entwürfe oder Ausführungen, nicht zur Aufstellung statischer Berechnungen für geplante Bauwerke eignen, da sie das Bekanntsein der Abmessungen der Bauwerke voraussetzen.

Im folgenden sollen zunächst die theoretischen Grundlagen in übersichtlicher Reihenfolge entwickelt werden, daran knüpfen sich dann Ausführungen von Zahlenrechnungen, bei denen die Aufgaben des Eisenbahnbaues besonders berücksichtigt werden sollen, und weitere Formeln zur Ermittelung von Durchbiegungen.

II. Bezeichnungen.

Als Bezeichnungen werden die heute überwiegend eingebürgerten beibehalten. Es bezeichnet:

M das Biegungsmoment der äufseren Kräfte für den zu untersuchenden Querschnitt und die Tiefeneinheit, positiv, wenn es den links vom untersuchten Querschnitte liegenden Körperteil mit dem Zeiger der Uhr zu drehen sucht;

D die Biegungskraft für den zu untersuchenden Querschnitt und die Tiefeneinheit, positiv, wenn sie den links vom untersuchten Querschnitte liegenden Körperteil nach diesem Querschnitte hin zu bewegen sucht;

Q die Querkraft für den zu untersuchenden Querschnitt und die Tiefeneinheit, positiv, wenn sie den links vom untersuchten Querschnitte liegenden Körperteil nach oben zu bewegen sucht;

σ_b und s_b den auftretenden und den zulässigen Kantendruck im Beton;

σ_e und s_e die auftretende und die zulässige Spannung im Eisen, positiv als Zugspannung;

E_b die unveränderlich angenommene Elastizitätszahl des Beton;

E_e die Elastizitätszahl des Eisens;

n das Verhältnis $E_e : E_b$;

r das Verhältnis $\sigma_b : \sigma_e$ und $s_b : s_e$;

m das Verhältnis $\sigma_e\ E_b : \sigma_b\ E_e$ und $s_e\ E_b : s_b\ E_e$;

h die Höhe des Verbundkörpers;

a den nach Gründen der Herstellung anzunehmenden, daher stets bekannten Abstand des Schwerpunktes der Eiseneinlage von der Aufsenfläche des Verbundkörpers;

b die Teilung der Zugeiseneinlagen;

f den ganzen Querschnitt einer Zugeiseneinlage;

φ die Querschnittsgröfse der Eiseneinlage der Zugseite des Querschnittes für die Tiefeneinheit;

φ' die Querschnittsgröfse der Eiseneinlage der Druckseite des Querschnittes für die Tiefeneinheit;

φ'' die Querschnittsgröfse unter 45^0 hinaufgezogener Eiseneinlagen;

x die Höhe des gedrückten Teiles des Querschnittes, also die Höhe der Druckzone;

τ_1 die Scherspannung im Beton;

τ_2 die Haftspannung des Eisens im Beton;

u die Umfangsfläche der Längeneinheit einer Eiseneinlage des Querschnittes f;

g die Eigenlast eines Verbundkörpers für die Flächeneinheit;

p die Belastung des Verbundkörpers für die Flächeneinheit;

q die ganze Last des Verbundkörpers für die Flächeneinheit $= p + g$;

b_0 die Rippenbreite eines Verbund-Rippenkörpers;

l die Stützweite eines Verbundkörpers;

c die Breite eines Stützenquerschnittes;

𝔇 die ganze Längskraft einer Stütze ohne Biegung;

d den Hebel der Zugeinlage bezüglich der Mittelkraft aller Druckwirkungen.

*) Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1901 S. 133; 1902 S. 243.

**) Wir heben hervor: Hotopp, Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1906, S. 281; Dr.-Ing. P. Weiske, Dinglers Polytechnisches Journal 1902, November, Heft 46, S. 725 und Dr.-Ing.-Dissertation an der Technischen Hochschule zu Hannover.

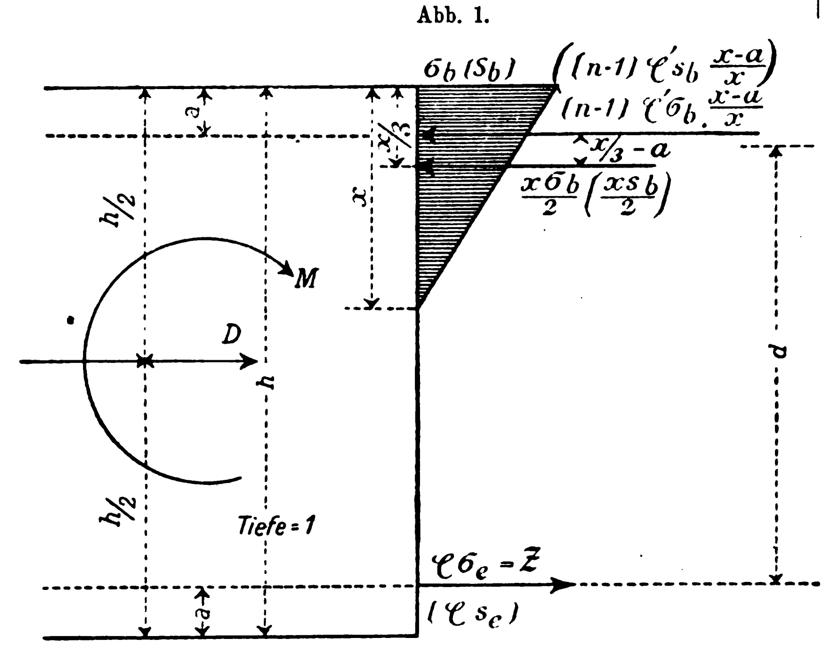
***) Deutsche Bauzeitung 1905, S. 4, 26, 30, 144.

†) Zentralblatt der Bauverwaltung 1904, S. 253.

III. Die Grundgleichungen für Biegungsmomente und Längskräfte.

Für das in Abb. 1 dargestellte Stück eines Verbundkörpers können bezüglich der Momente und Längskräfte folgende Gleichungen aufgestellt werden, in denen berücksichtigt ist,

Abb. 1.



dafs, wenn die Querschnittsfläche des Beton in der Druckzone einschliefslich des Querschnittes der Druckeinlage φ' voll gerechnet wird, dann die Spannung der Druckeinlage selbst noch mit der Gröfse $(n - 1)\, \varphi'\, \sigma_b \frac{x - a}{x}$ anzusetzen ist, weil das Eisen dieselbe Längenänderung annehmen mufs, wie der Beton in der unmittelbaren Umgebung. Ferner ist eine genügend geringe Höhenabmessung des Querschnittes der einzelnen Einlagen vorausgesetzt, um die Ungleichförmigkeit der Spannungsverteilung innerhalb dieser Höhe vernachlässigen zu dürfen. Schliefslich wird vorausgesetzt, dafs Zug- und Druck-Einlage beide gleich weit, um a, von der Aufsenkante entfernt sind, was in den zwei Einlagen erfordernden Fällen auch stets zutreffen wird. Für die Ausführung ist zu betonen, dafs das angenommene Mafs a auf der Zugseite streng eingehalten werden mufs; kleine Abweichungen auf der Druckseite haben keinen erheblichen Einflufs auf die Spannungen.

Die vorläufig noch allgemein beibehaltene Annahme, dafs die Oberkante, der Nullpunkt der Druckspannung und das Ende der Zugeinlage nach eingetretener Formänderung in einer Geraden bleiben, liefert die Bedingung:

Gl. 1) $\sigma_b : (E_b \,.\, x) = \sigma_e : (E_e \,.\, (h - a - x))$, oder $x\,(1 + m) = h - a$.

Die Gleichgewichtsbedingung der Längskräfte lautet:

Gl. 2) $D + \varphi\, \sigma_e - \frac{\sigma_b\, x}{2} - (n - 1)\, \sigma_b\, \varphi' \frac{x - a}{x} = 0.$

Die Gleichgewichtsbedingung der Drehmomente lautet: für das Ende der Zugeinlage als Drehpunkt:

Gl. 3a) $M + D\,(h/_2 - a) - \frac{\sigma_b\, x}{2}\,(h - a - x/_3) - (n - 1)\, \sigma_b\, \varphi' \frac{x - a}{x}\,(h - 2a) = 0;$

für den Mittelpunkt des Betondruckes als Drehpunkt:

Gl. 3b) $M - D\,(h/_2 - x/_3) - \varphi\, \sigma_e\,(h - a - x/_3) - (n-1)\, \sigma_b\, \varphi' \frac{x - a}{x}\,(x/_3 - a) = 0.$

für das Ende der Druckeinlage als Drehpunkt:

Gl. 3c) $M - D\,(h/_2 - a) - \varphi\, \sigma_e\,(h - 2a) + \frac{x\, \sigma_b}{2}\,(x/_3 - a) = 0.$

Mittels dieser drei Gleichungen können alle vorkommenden Fälle behandelt werden. Es kann vorkommen, dafs aus gegebenen Lasten und zulässigen Spannungen die Mafse des auszuführenden Verbundkörpers berechnet werden sollen, dann sind unbekannt:

a) die Gröfsen x, h und φ.

Bei Nachprüfung von Entwürfen kommt es darauf an, die Spannungen zu berechnen, die der entworfene Verbundkörper unter gegebenen Belastungen erleidet, dann sind unbekannt:

b) die Gröfsen x, σ_e, σ_b.

Wenn bestimmt werden soll, welche Lasten ein vorhandener, ausgemessener Verbundkörper bei Einhaltung der zulässigen Spannungen tragen kann, sind unbekannt:

c) die Gröfsen x, M, D.

Die Lösungen der drei Grundgleichungen für diese drei Fälle sollen hergestellt werden. Dabei ist aber noch zu unterscheiden ob:

A) eine nach äufseren Verhältnissen angenommene Druckeinlage φ' vorhanden, also gegeben ist, oder ob:

B) bestimmt ist, dafs die Druckeinlage φ' der Zugeinlage φ gleich sein soll, wie es bei Verbundbogen die Regel bildet.

Aufserdem müssen zum Zwecke der Darbietung möglichst einfacher Formeln unter A in jedem der Fälle a, b und c die Sonderfälle

α) $\varphi' = D = 0$, Körper ohne Druckeinlage und ohne Längsdruck; lediglich in einem Sinne gebogener Plattenquerschnitt;

β) $\varphi' = 0$, $D > o$ Körper ohne Druckeinlage mit Längsdruck; in einem Sinne gebogener Plattenquerschnitt mit Längsdruck;

γ) $\varphi' > 0$, $D = 0$, Körper ohne Längsdruck mit Druckeinlage; nur in einem Sinne gebogener Plattenquerschnitt mit Eisenverstärkung in der Druckzone berücksichtigt werden.

Unter B sind in jedem der Fälle a, b und c die Sonderfälle:

α) $D = 0$, der Verbundkörper mit zwei gleichen Einlagen wird nur gebogen, und

β) $M = 0$, der Verbundkörper mit zwei gleichen Einlagen wird nur längs gedrückt, zu berücksichtigen.



IV. Die Lösung der Grundgleichungen.

A. Die Druckeinlage φ' ist gegeben.

a) Für Entwürfe. σ_b ist $= s_b$, $\sigma_e = s_e$. Gesucht werden x, h und φ. Nach Gl. 1) folgt unter Einsetzung der Verhältniszahl m $h - a = x\,(1 + m)$, also $h - 2a = x\,(1 + m) - a$. Wird weiter in Gl. 3a) statt $h - a - x/_3$ die Gröfse $h - 2a + a - x/_3$ eingesetzt, so liefert sie:

$$h - 2a = \frac{\frac{s_b\, x}{6}\,(3a - x) - M}{D/_2 - \frac{s_b\, x}{2} - (n - 1)\, s_b\, \varphi' \frac{x - a}{x}}$$

Werden die beiden Ausdrücke für $h - 2a$ gleich gesetzt, so entsteht eine Gleichung, die von den Unbekannten nur x enthält, und die nach Potenzen von x geordnet die hierunter aufgeführte Form gibt, dann nach Lösung für x die Berechnung von h nach Gl. 1) und von φ nach Gl. 2) gestattet:

A. a)

$$\left\{\begin{array}{l} -x^3 \frac{2 + 3m}{6} + x^2 (1 + m) \left\{\frac{D}{2 s_b} - (n - 1)\,\varphi'\right\} + x \left\{\frac{2M - Da}{2 s_b} + (2 + m)(n - 1)\, a\, \varphi'\right\} = (n - 1)\, \varphi'\, a^2; \\ h = a + x\,(1 + m);\ \varphi = r\left(\frac{x}{2} + (n - 1)\frac{x - a}{x}\,\varphi'\right) - \frac{D}{s_e} \end{array}\right.$$

Für den Sonderfall α), $\varphi' = D = 0$, folgt durch Einsetzen dieser Werte in die vorstehenden allgemeinen Gleichungen zunächst $-x^3 \frac{2 + 3m}{6} + x \frac{M}{s_b} = 0$, also

A. a. α)

$$x = \sqrt{\frac{6\,M}{(2 + 3m)\, s_b}};\quad h = a + x\,(1 + m);\quad \varphi = r\,\frac{x}{2}$$

Der Sonderfall β) liefert aus $\varphi' = 0$, $D > 0$ zunächst:

$$-x^3 \frac{2 + 3m}{6} + x^2 (1 + m) \frac{D}{2 s_b} + x \frac{2M - Da}{2 s_b} = 0 \text{ also:}$$

A. a. β)

$$x = \frac{3}{2}\,\frac{1 + m}{2 + 3m}\,\frac{1}{s_b}\left\{D + \sqrt{D^2 + \frac{4\,(2 + 3m)\, s_b\, (2M - Da)}{3\,(1 + m)^2}}\right\};\ h = a + x\,(1 + m);\ \varphi = r\frac{x}{2} - \frac{D}{s_e}$$

Schliefslich entsteht im Sonderfalle γ) aus $\varphi' > 0$, $D = 0$:

A. a. γ)

$$\left\{\begin{array}{l} -x^3 \frac{2 + 3m}{6} - x^2 (1 + m)\,(n - 1)\,\varphi' + x\left\{\frac{M}{s_b} + (2 + m)(n - 1)\, a\, \varphi'\right\} = (n - 1)\, a^2\, \varphi'; \\ h = a + x\,(1 + m);\ \varphi = r\left\{\frac{x}{2} + (n - 1)\,\frac{x - a}{x}\,\varphi'\right\} \end{array}\right.$$

b) Für Entwurfs-Nachprüfungen. Gesucht werden x, σ_b und σ_e.

Aus Gl. 3a) folgt $\sigma_b = \frac{M + D/_2\,(h - 2a)}{x/_2\,(h - a - x/_3) + (n - 1)\,\varphi' \frac{x - a}{x}\,(h - 2a)}$, aus Gl. 1): $\sigma_e = \sigma_b\, n \frac{h - a - x}{x}$; wird σ_e in Gl. 2) eingesetzt und diese dann nach σ_b gelöst, so folgt $\sigma_b = \frac{D}{x/_2 + (n - 1)\,\varphi' \frac{x - a}{x} - n\,\varphi\, \frac{h - a - x}{x}}$. Werden nun die beiden Werte von σ_b einander gleich gesetzt, so entsteht eine Gleichung, die von den Unbekannten nur x enthält. Ordnet man sie nach Potenzen von x, so kann man danach x und dann σ_b und σ_e nach den obigen Ausdrücken berechnen. Es folgt:

A. b)

$$\left\{\begin{array}{l} x^3 \frac{D}{6} + x^2 \left[\frac{M}{2} - \frac{Dh}{4}\right] + x\left\{M\left[(n - 1)\,\varphi' + n\,\varphi\right] + \frac{D}{2}\,(h - 2a)\,\left(n\,\varphi - (n - 1)\,\varphi'\right)\right\} = M\left\{(n - 1)\, a\, \varphi' + n\,(h - a)\,\varphi\right\} \\ + \frac{D}{2}\,(h - 2a)\left\{n\,(h - a)\,\varphi - (n - 1)\, a\, \varphi'\right\};\ \sigma_b = \frac{2M + D\,(h - 2a)}{x\,(h - a - x/_3) + 2\,(n - 1)\,\varphi' \frac{x - a}{x}\,(h - 2a)}; \\ \sigma_e = n\,\sigma_b\, \frac{h - a - x}{x}. \end{array}\right.$$

Für den Sonderfall α) $\varphi' = \mathfrak{D} = 0$ folgt hieraus

$$x^2 \frac{M}{2} + x\, n\, M\varphi = M\, n\,(h - a)\,\varphi, \text{ oder}$$

A. b. α)

$$x = n\varphi\left\{\sqrt{1 + \frac{2\,(h - a)}{n\,\varphi}} - 1\right\};\quad \sigma_b = \frac{2M}{x\,(h - a - x/_3)};\quad \sigma_e = n\,\sigma_b\, \frac{h - a - x}{x}.$$

Der Sonderfall β) $\varphi' = 0$, $D > 0$ liefert hier:

A. b. β)
$$x^3 \frac{D}{6} + x^2 \frac{2M - Dh}{4} + x n\varphi \left[M + \frac{D(h-2a)}{2}\right] = n(h-a)\varphi \left\{M + \frac{D(h-2a)}{2}\right\};$$
$$\sigma_b = \frac{2M + D(h-2a)}{x(h - a - x/_3)}; \quad \sigma_e = n\sigma_b \frac{h-a-x}{x}.$$

Im Sonderfalle γ), $\varphi' > 0$, $D = 0$ entsteht aus A. b):

$$x^2 \frac{M}{2} + x M \left\{(n-1)\varphi' + n\varphi\right\} = M\left\{(n-1)a\varphi' + n(h-a)\varphi\right\} \text{ also:}$$

A. b. γ)
$$x = \left\{(n-1)\varphi' + n\varphi\right\}\left\{\sqrt{1 + 2\frac{(n-1)a\varphi' + n(h-a)\varphi}{((n-1)\varphi' + n\varphi)^2}} - 1\right\};$$
$$\sigma_b = \frac{2M}{x(h - a - x/_3) + 2(n-1)\varphi' \frac{x-a}{x}(h-2a)}; \quad \sigma_e = n\sigma_b \frac{h-a-x}{x}$$

c) Für Ermittelung der Tragfähigkeit eines vorhandenen Verbundbauwerkes; σ_e ist $= s_e$, $\sigma_b = s_b$, gesucht werden x, M und D. Nach den Gl. 1), 2) und 3c) folgen ohne weiteres:

A. c)
$$x = \frac{h-a}{1+m}; \quad D = s_b\left[\frac{x}{2} + (n-1)\frac{x-a}{x}\varphi'\right] - s_e\varphi; \quad M = (h-2a)\left[\frac{D}{2} + \varphi s_e\right] + \frac{s_b x}{2}(a - x/_3).$$

Im Sonderfalle α), $\varphi' = D = 0$, stehen den drei Gleichungen nur die beiden Unbekannten x und M gegenüber, σ_e kann deshalb nicht $= s_e$ festgelegt, sondern mufs als dritte Unbekannte berechnet werden. Nach Gl. 1) ist $\sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x}$. Wird das mit $\varphi' = D = 0$ in Gl. 2) eingesetzt, so folgt die Gleichung für x: $x^2 + 2xn\varphi = 2n\varphi(h-a)$. Daraus und aus Gl. 3a) folgt:

A. c. α)
$$x = n\varphi\left\{\sqrt{1 + 2\frac{h-a}{n\varphi}} - 1\right\}; \quad \sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x}; \quad M = \frac{s_b x}{2}(h - a - x/_3).$$

Für den Sonderfall β), $\varphi' = 0$, $D > 0$, liefert die allgemeine Lösung A. c:

A. c. β)
$$x = \frac{h-a}{1+m}; \quad D = s_b \frac{x}{2} - s_e\varphi; \quad M = \frac{1}{2}\left\{s_b x\left[\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right] + s_e\varphi(h-2a)\right\}$$

Im Sonderfalle γ), $\varphi' > 0$, $D = 0$, mufs wieder für die ausfallende Unbekannte D σ_e als Unbekannte eingeführt werden. Wird wieder aus Gl. 1) $\sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x}$ mit $D = 0$ in Gl. 2) eingesetzt, so folgt die Gleichung:

$x^2 + 2x[n\varphi + (n-1)\varphi'] = 2[n\varphi(h-a) + (n-1)\varphi' a]$. Aus ihr und Gl. 3c) folgt dann:

A. c. γ)
$$x = (n\varphi + (n-1)\varphi')\left\{\sqrt{1 + 2\frac{n\varphi(h-a) + (n-1)\varphi' a}{[n\varphi + (n-1)\varphi']^2}} - 1\right\}; \quad \sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x};$$
$$M = \sigma_e\varphi(h-2a) + \frac{s_b x}{6}(3a - x).$$

B. Auf beiden Seiten des Verbundkörpers ist dieselbe Einlage φ vorhanden, Bogen.

In den allgemeinen Gleichungen 1) bis 3c) ist überall $\varphi' = \varphi$ zu setzen, so dafs kein bekanntes φ' mehr vorhanden ist, die obigen Lösungen treffen daher nicht mehr zu.

a) Für Entwürfe. σ_e ist $= s_e$, $\sigma_b = s_b$, gesucht werden x, h und φ. Wird aus den Gl. 1) und 3c) h — 2a entwickelt, so entsteht die Gleichung $h - 2a = \frac{M + \frac{s_b x}{2}(x/_3 - a)}{D/_2 + \varphi s_e} = x(1+m) - a$.

Hieraus folgt $\varphi = \frac{6M + s_b x(x - 3a)}{6 s_e[x(1+m) - a]} - \frac{D}{2 s_e}$. Einen zweiten Ausdruck für φ erhält man aus Gl. 2) $\varphi = \frac{D - \frac{s_b x}{2}}{(n-1)s_b\frac{x-a}{x} - s_e}$. Werden die beiden Werte von φ einander gleich gesetzt, so entsteht eine Gleichung, die von den Unbekannten nur noch x enthält. Ordnet man diese nach Potenzen von x und benutzt sie zur Ermittelung von x, so sind dann auch h und φ nach den vorstehenden Ausdrücken zu berechnen. So ergibt sich:

B. a)
$$x^3 s_b \left\{2 + 3m + (n-1) r\right\} - x^2 \left\{3(m+1) D [1 + (n-1) r] + 4(n-1) r s_b a\right\} - x \left\{6 M [1 - (n-1) r] - 3 D a [1 + (n-1)(m+2) r] - 3 (n-1) r s_b a^2\right\} = 3 (n-1) r a \left\{2 M + D a\right\}; \; h = a + x (1+m);$$
$$\varphi = \frac{s_b x - 2 D}{2 s_e \left[1 - (n-1) r \frac{x-a}{x}\right]}.$$

Da dieser Fall auf der Annahme des Vorhandenseins zweier gleicher Einlagen beruht, so kann hier $\varphi' = 0$ nicht in Frage kommen. Die Sonderfälle beschränken sich also auf die beiden: α) $D = 0$, der Körper ist nur einer biegenden Wirkung ausgesetzt, wie die mit zwei Einlagen ausgestattete Eisenbahnschwelle, und β) $M = 0$, der Körper ist nur einem Längsdrucke ausgesetzt, wie jede in ihrer Schwerachse belastete, von Momenten freie Stütze.

Der Sonderfall α), $D = 0$, liefert:

B. a. α)
$$x^3 \left\{1 + \frac{2 + 3m}{(n-1) r}\right\} - x^2 \, 4a - x \left\{6 \frac{M}{s_b} \left[\frac{1}{(n-1) r} - 1\right] - 3 a^2\right\} = 6a \frac{M}{s_b}; \; h = a + x (1+m);$$
$$\varphi = \frac{s_b x}{2 s_e \left[1 - (n-1) r \frac{x-a}{x}\right]}.$$

Im Sonderfalle β), $M = 0$, ist überhaupt keine Zugeinlage da, und x wird ∞, also sind die allgemeinen Grundgleichungen nicht zu verwenden. Ist der ganze Längsdruck der Stütze $= \mathfrak{D}$, die Tiefe des Querschnittes $= c$, so bestehen bei voller Ausnutzung des Eisens nur die beiden Gleichungen:

Gl. 4) . . . . $\mathfrak{D} - s_b h c - 2 \varphi (n-1) s_b = 0$ und

Gl. 5) . . . . $n s_b = s_e$.

Je nachdem nun die Mafse h und c, oder φ, die halbe Eiseneinlage, angenommen werden, mufs also sein:

B. a. β)
$$\varphi = \frac{\mathfrak{D} - s_b h c}{2 (s_e - s_b)} \text{ oder } h c = \frac{\mathfrak{D} - 2 \varphi (s_e - s_b)}{s_b}, \text{ bei quadratischer Stütze für } c = h$$
$$\varphi = \frac{\mathfrak{D} - s_b h^2}{2 (s_e - s_b)} \text{ oder } h = \sqrt{\frac{\mathfrak{D} - 2 \varphi (s_e - s_b)}{s_b}}$$

b) Für Entwurfs-Nachprüfungen. Gesucht werden x, σ_b und σ_e. Nach Gl. 1) ist $\sigma_e = n \sigma_b \frac{h-a-x}{x}$. Setzt man diesen Wert in Gl. 2) ein, so kann diese auf die Form gebracht werden:

$$\frac{\sigma_b}{x} \left[n (h - a - x) \varphi - \frac{x^2}{2} - (n-1)(x-a) \varphi\right] = -D,$$

wobei zugleich $\varphi' = \varphi$ berücksichtigt ist. Mittels derselben Einsetzung kann man Gl. 3c) auf die Form bringen:

$$\frac{\sigma_b}{x} \left[n \varphi (h - a - x)(h - 2a) + \frac{x^2}{6} (3a - x)\right] = M - \frac{D}{2} (h - 2a).$$

Teilt man diese beiden Gleichungen durch einander, so fällt $\frac{\sigma_b}{x}$ weg, und es bleibt eine Gleichung über, die von den Unbekannten nur x enthält. Ordnet man sie zur Berechnung von x nach Potenzen dieser Gröfse, und fügt die Ausdrücke für σ_b und σ_e hinzu, so folgt:

B. b)
$$x^3 + x^2 \frac{3}{2} \left[2 \frac{M}{D} - h\right] + x \, 6 \varphi \left\{(2n-1) \frac{M}{D} + \frac{h - 2a}{2}\right\} = 6 \varphi \left\{n \left[\frac{(h-2a)^2}{2} + \frac{M h}{D}\right] - a \left[\frac{M}{D} - \frac{h - 2a}{2}\right]\right\};$$
$$\sigma_b = x \frac{2M - D (h - 2a)}{2 n \varphi (h - a - x)(h - 2a) + \frac{x^2}{3} (3a - x)}; \; \sigma_e = n \sigma_b \frac{h - a - x}{x}.$$

Für den Sonderfall α) $D = 0$ folgt hieraus, wenn die Gleichung für x erst mit D ausmultipliziert wird:

B. b. α)
$$x = \varphi (2n - 1) \left\{\sqrt{1 + 2 \frac{n h - a}{\varphi (2n-1)^2}} - 1\right\}; \; \sigma_b = \frac{2 M x}{2 n \varphi (h - a - x)(h - 2a) + \frac{x^2}{3} (3a - x)};$$
$$\sigma_e = n \sigma_b \frac{h - a - x}{x}.$$

Im Sonderfalle β), $M = 0$, ist nach Gl. 4) und 5) für eine Stütze mit Längsdruck:

B. b. β)
$$\sigma_b = \frac{\mathfrak{D}}{h c + 2 (n-1) \varphi}; \; \sigma_e = n \sigma_b.$$

c) Für Ermittelung der Tragfähigkeit eines vorhandenen Verbundbauwerkes. σ_e ist $= s_e$, $\sigma_b = s_b$; gesucht werden x, M und D. Nach den Gl. 1), 2) und 3c) folgt unmittelbar:

B. c) $$x = \frac{h-a}{1+m};\quad D = \frac{s_b x}{2} + \varphi\left[(n-1)\, s_b \frac{x-a}{x} - s_e\right];\quad M = \varphi\, s_e (h-2a) + \frac{s_b x}{6}(3a - x) + \frac{D}{2}(h-2a).$$

Für den Sonderfall α), $D = 0$, verschwindet die eine der drei Unbekannten. Da aber die drei Gleichungen bestehen bleiben, mufs eine andere Gröfse als unbekannt eingeführt werden, wofür zweckmäfsig σ_e gewählt wird. Nach Gl. 1) ist: $\sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x}$; wird das mit $D = 0$ in Gl. 2) eingesetzt, so entsteht eine Gleichung nur mit der Unbekannten x, nach deren Lösung dann σ_e und M zu berechnen sind. So folgt:

B. c. α) $$x = (2n-1)\,\varphi\left\{\sqrt{1 + \frac{2}{(2n-1)^2}\,\frac{nh-a}{\varphi}} - 1\right\};\quad \sigma_e = n\, s_b \frac{h-a-x}{x};\quad M = \varphi\, \sigma_e (h - 2a) + \frac{s_b x}{6}(3a - x).$$

Im Sonderfalle β), $M = 0$, sind wieder die Gl. 4) und 5) zu verwenden, welche liefern:

B. c. β) $$\mathfrak{D} = s_b\left[h c + 2\varphi (n-1)\right];\quad \sigma_e = n\, s_b.$$

V. Die Aufnahme der Querkräfte.

Bezüglich der Aufnahme der Querkräfte ist bei den Verbundkörpern ganz besondere Vorsicht geboten, weil dabei Zug- und Scherspannungen in Frage kommen, für die der Beton nur vergleichsweise geringe, und bei den bisher üblichen Herstellungsweisen unsichere Widerstandsfähigkeit hat. Man beobachtet wohl in den Zugzonen der Verbundkörper feine Risse, die in den Biegungs-Zugspannungen ihre Ursache haben; diese sind jedoch unbedenklich, da ja die Eiseneinlagen ohne Berücksichtigung irgend welcher Zugspannung im Beton bemessen sind. Sie können nur Bedenken erregen, wenn durch sie der Zugang von rosterzeugenden Dämpfen oder Gasen zum Eisen erleichtert wird, oder wenn die Flächen etwa kostbare Stuckarbeiten oder Malereien tragen sollen.

Statisch bedenkliche Verletzungen der Verbundkörper sind bisher fast ausschliefslich, aber sehr häufig, dadurch entstanden, dafs nicht genügend für die sichere Aufnahme der aus den Querkräften erwachsenden lotrechten und wagerechten Scherspannungen, und der unter 45° gerichteten Zugspannungen gesorgt wurde, woraus in der Nähe der Lager unter 45° geneigte, nach der Mitte hin steigende Risse entstehen. Besonders gut sind diese Zerstörungen bei Rippenkörpern in den Rippenflanken zu erkennen, bei vollen Platten werden sie oft verdeckt, wenn sie nicht bis zur Unterfläche durchgehen, andern Falles erscheinen sie als entlang der Auflagerung laufende Risse in der Unterfläche.

Der Entstehung dieser Schrägrisse wird am sichersten durch Verwendung von unter 45° geneigten Eiseneinlagen begegnet, die am besten vom Auflager nach der Mitte hin fallen, aber auch die entgegengesetzte Neigung haben können, weil für die ganz in Beton eingebetteten Eisen keine Gefahr des Ausknickens vorliegt.

Diese schrägen Einlagen werden am einfachsten durch Aufbiegen der unteren Einlagen nach der Oberkante gewonnen, das bei frei aufgelagerten Tragkörpern möglich ist, weil nach den Enden das Biegungsmoment, also der erforderliche Querschnitt der Zugeinlage abnimmt, das aber bei über den Stützen durchlaufenden Verbundkörpern sogar nötig ist, weil bei diesen die in den Öffnungen unten erforderlichen Einlagen über den Stützen oben liegen müssen. Die Schrägeinlagen können fehlen, wo der Beton für sich allein im Stande ist, die Scherspannungen und die aus diesen hervorgehenden Schrägspannungen aufzunehmen. Die in den preufsischen Bestimmungen zugelassene Scherspannung von 4,5 kg/qcm ist gegenüber der heutigen Herstellungsweise des Beton sehr hoch gegriffen.

Besonders ist zu betonen, dafs die häufig verwendeten, mehr oder weniger genau lotrecht gestellten, mit den Zug- oder Druck-Einlagen nicht fest verbundenen Bügel aus Drähten, oder gar dünnen Bandeisen sehr wenig geeignet sind, die Scherspannungen aufzunehmen. Einen Widerstand leisten sie nur gegen wagerechte Scherspannungen, gegen die lotrechten sind sie nutzlos; aber auch ihr Widerstand gegen die wagerechten wird ein befriedigender nur, wenn man zu ganz anderen Ausbildungen übergeht, als sie jetzt üblich sind. Wie überaus hohe Spannungen die angenommene Wirksamkeit der lotrechten Bügel voraussetzt, und wie verwickelt und ungünstig ihre statischen Verhältnisse sind, hat der Verfasser an anderer Stelle nachgewiesen.*)

Bezüglich der statischen Verfolgung der Aufnahme der Querkräfte ist zu unterscheiden, ob es sich um eine Stelle handelt, an der nur wagerechte Zug- und Druck-Einlagen vorhanden zind, oder ob es möglich ist, die Querkraft durch unter 45° geneigte Eisen aufzunehmen.

V. A. Nur wagerechte Einlagen sind vorhanden.

Für diesen Fall führt die Untersuchung der Kraft zum Ziele, die die Zugeiseneinlagen für die Längeneinheit aus dem Beton zu ziehen sucht. Bei der Länge nach veränderlicher Längskraft D hängt diese von der Veränderung von D und M ab. Wenn aber D auch veränderlich ist, so pflegt diese Veränderlichkeit für die Längeneinheit in allen Fällen der Bauausführung doch eine so geringe zu sein, dafs sie vernachlässigt werden kann; ist sie unveränderlich, so hat sie auch theoretisch keinen Einflufs auf die die Einlage lösende Kraft, die demnach

*) Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1902, S. 243.



in allen Fällen als allein von der Veränderlichkeit des Biegungsmomentes abhängig angesehen werden kann.

Denkt man sich in Abb. 1 die Mittelkraft aus den bekannten Kräften $\frac{x\,\sigma_b}{2}$ und $(n-1)\,\varphi'\,\sigma_b\,\frac{x-a}{x}$, und deren Hebel d gegen die Zugeinlage ermittelt, so wird das Widerstandsmoment des Querschnittes gemessen durch $Z\,d = \sigma_e\,\varphi\,d$, also mufs $Z\,d = M$ sein. Differenziert man diese Gleichung nach der Körperlänge z, so erhält man als Veränderung für die Längeneinheit $\frac{d\,(Z\,d)}{d\,z} = \frac{d\,M}{d\,z}$, oder da $\frac{d\,M}{d\,z} = Q$, und d unveränderlich ist: $\frac{d\,Z}{d\,z} = \frac{Q}{d}$. Nun mufs $\frac{d\,Z}{d\,z}$ durch die Haftfestigkeit der Längeneinheit der Eiseneinlage im Beton aufgenommen werden, daraus folgt die Haftspannung der Zugeiseneinlage im Beton mit:

V A. 1) $$\tau_2 = \frac{f\,Q}{\varphi\,d\,u},$$

da je eine Einlage des Querschnittes f und der Umfangsfläche u in der Teilung $b = f/\varphi$ wiederkehrt, und Q auf die Tiefeneinheit bezogen ist.

Dieselbe Kraft, die das Eisen aus dem Beton zu ziehen sucht, mufs nun durch die Scherfestigkeit des Beton nach der Druckseite übertragen werden, um hier den ihr gleichen Betrag der Druckspannungen aufzuheben. Demnach entsteht auf der ganzen Höhe $h - a - x$ bis zur Unterkante der Druckzone in wagerechten, wie in lotrechten Ebenen die Scherspannung:

V. A. 2) $$\tau_1 = \frac{Q}{d},$$

die zugleich auch als gröfste Schrägspannung auftritt. Es ist zu empfehlen, diese Spannung nicht über 2,5 kg/qcm steigen zu lassen, und da, wo dieser Wert überschritten wird, mit der zweiten Art der Aufnahme der Querkraft durch Schrägeisen zu beginnen.

V. B. Aufnahme der Querkraft durch Schrägeisen.

Wird die nach den vorstehenden Angaben berechnete Scherspannung $\tau_1 > 2{,}5$ kg/qcm, so fange man an, die unten liegenden Einlagen unter 45° nach oben zu ziehen. Der Querschnitt φ'' dieser Schrägeisen wird berechnet, indem man zuerst dem Beton wieder 2,5 kg/qcm Scherspannung auferlegt, also für die Querkraft Q nach:

V. B. 1) $$\varphi'' = \frac{1{,}414\,(Q - 2{,}5\,d)}{s_e}.$$

Da Q in der Nähe der Stützen am gröfsten wird, so wird auch φ'' hier am gröfsten, das heifst, die schräg hinaufgezogenen Eisen müssen in der Nähe der Stützen am dichtesten liegen, in der Nähe der Mitte der Öffnungen können sie auf gewisse Strecken nach V A. ganz fehlen.

Auf die Längeneinheit mufs auf diese Schrägeisen die Änderung von Q, der Regel nach q, übertragen werden. Die auf die Einlage zu übertragende Kraft ist also unter Berücksichtigung der oben festgelegten Verteilung auf Beton und Eisen $1{,}414\,.\,q\,.\,\frac{Q - 2{,}5\,d}{Q}$, oder für eine Teilung der Einlagen des Querschnittes f nun $f/\varphi''\,.\,1{,}414\,.\,q\,.\,\frac{Q - 2{,}5\,d}{Q}$. Die Umfangfläche eines Schrägeisens für die Längeneinheit ist 1,414 u, also ist die auftretende Ausscherspannung der Schrägeisen:

V. B. 2) $$\tau_2'' = \frac{f\,q}{\varphi''\,u}\cdot\frac{Q - 2{,}5\,d}{Q},$$

welche die zulässige Haftspannung nicht übersteigen darf. Demnach hat man zur Minderung der Gefahr des Ausscherens der Eisen aus dem Beton ein Mittel, indem man die Zahl der Eisen unter entsprechender Verkleinerung des Querschnittes des einzelnen Eisens vermehrt.

Zieht man alle in der Mitte der Öffnung unten liegenden Eisen nach und nach in bezüglich der Zahl der Eisen wachsenden Gruppen nach oben, so dafs über den Lagern alle Eisen oben sind, so erzielt man in der Regel eine Aufnahme der Querkräfte, die das tatsächliche Erfordernis übersteigt. In einem solchen Falle ist es empfehlenswert, diejenigen Eisen, die nicht zur Aufnahme der Querkräfte nach oben gezogen zu werden brauchen, unten liegen zu lassen. Hat man zwei Reihen von Einlagen, so ist die Erzielung des erforderlichen Querschnittes φ'' um so leichter, indem man gleichzeitig die oberen Eisen nach unten und die unteren nach oben zieht; dabei werden die ersteren, nach der Mitte zu steigenden auf Druck beansprucht, was wegen der Einhüllung in den Beton unbedenklich ist.

Die Gröfse des Momentenhebels d ist zur Benutzung dieser Formeln aus den angegebenen, bekannten Kräften zu ermitteln (Abb. 1). Ist keine Druckeinlage φ' vorhanden, so ist $d = h - a - x/3$.

VI. Rippenkörper.

Rippen-Tragkörper unterscheiden sich theoretisch von den früher behandelten vollen Platten nicht, denn sie entstehen aus jenen dadurch, dafs man die keine Zugeinlagen enthaltenden, gezogenen Teile des Betonkörpers, die oben nicht in Rechnung gestellt sind, nun tatsächlich wegläfst. Der ganze Erfolg ist entsprechende Verminderung des Eigengewichtes, übrigens bleiben die statischen Verhältnisse unverändert, somit kann man die früher entwickelten Fälle ohne weiteres auf die Rippen-Verbundkörper anwenden. Ergänzend kommt nur hinzu, dafs der gewöhnlich aus mehreren Einzeleisen bestehende Einlagenquerschnitt f einer Rippe den Einheitsbedarf φ auf die Breite einer Rippenteilung zu decken hat, somit folgt die Rippenteilung b aus $b\,\varphi = f$ mit:

VI. 1) $$b = f/\varphi.$$

Die lotrechte und wagerechte Scherspannung im Beton wird bei der Rippenbreite b_0 gemäfs V. A. 2) nun

VI. 2) $$\tau_1 = f/\varphi\,\frac{Q}{d\,b_0},$$

oder wenn τ_1 die zulässige Scherspannung ist, mufs sein:

VI. 3) $$b_0 = \frac{f\,Q}{\varphi\,d\,\tau_1}$$

Die Haftspannung wagerechter Einlagen folgt aus V. A. 1).

Die Festlegung der schräg gezogenen Einlagen und die der Haftspannungen bleibt die unter V B 1) und 2) angegebene, wenn man zu V B 1) berücksichtigt, dafs der Querschnitt der in den Rippen schräg gezogenen Eisen:

VI. 4) $$f'' = 1{,}414\,\frac{Q\,\frac{f}{\varphi} - d\,b_0\,2{,}5}{s_e}\;;\quad \varphi'' = \frac{f''}{b}$$

betragen mufs. Sollte die Querkraft gleich für eine ganze Rippenteilung ermittelt sein, so stellt dieser Wert $Q\,\frac{f}{\varphi}$ dar.

Die Haftspannung der heraufgezogenen Eisen ist:

VI. 5) $$\tau_2'' = \frac{q\,\frac{f}{\varphi}\,\frac{Q\,f/\varphi - d\,b_0\,2{,}5}{Q\,f/\varphi}}{u''}\,.$$

Die Deckplatte erhält so diejenige Dicke $h^1 = x$, die sie befähigt, voll als Druckgurt des T-förmigen Querschnittes einer Rippenteilung zu wirken. Nun hat die Deckplatte des Rippenkörpers aber noch eine zweite Aufgabe zu erfüllen, sie mufs als tragende Platte unter der wirkenden Last von Rippe zu Rippe quer zu den Rippen wirken. Bemifst man nun die Dicke der Deckplatte nach dem einen dieser beiden Gesichtspunkte, so entspricht sie im allgemeinen dem andern nicht, und da man die gröfsere der beiden geforderten Stärken auszuführen hat, so wird die Platte in einer der beiden Beziehungen nicht ausgenutzt.

Deshalb soll nun noch gezeigt werden, wie die Rippenplatten in solcher Weise ausgestattet werden können*), dafs die obere Platte als Tragplatte von Rippe zu Rippe und als Druckgurt des Rippenquerschnittes grade genügt und voll ausgenutzt wird. Für die Deckplatte sollen dabei wieder die oben angegebenen Bezeichnungen, jedoch unter Hinzufügung des Kopfzeichens 1 benutzt werden.

Zunächst ermittele man M und D für den ganzen Rippenkörper und dann je nach Lage des Falles gemäfs IV. A. a) oder B. a) mit ihren Sonderfällen die Höhe x der Druckzone, die nun zugleich die ganze Stärke der oberen Tragplatte, also h^1 sein soll; ebenso berechne man dem Falle entsprechend die ganze Rippenhöhe h und den Querschnitt der Zugeinlage φ für die Tiefeneinheit.

Da nun für die obere Platte $h^1 = x$ bekannt ist, so folgt für alle Fälle die Höhe x^1 der Druckzone der Deckplatte aus:

VI. 6) $$x^1 = \frac{h^1 - a^1}{1 + m}.$$

und der Querschnitt φ^1 der Zugeinlage je nach Lage des Falles aus den Lösungen IV. A. a) oder B. a) mit den Sonderfällen.

Damit sind nun alle Querschnittsgröfsen der Deckplatte als Tragplatte bekannt, also kann nach IV. A. c) oder B. c) und den Sonderfällen davon berechnet werden, welches Moment M^1 und welche Längskraft D^1 die Deckplatte mit ihren Abmessungen tragen kann. Anderseits sind die Art der Lagerung der Platte und ihre Belastung bekannt, die wohl ausnahmslos einem der Sonderfälle $D^1 = 0$ entsprechen wird. Ist die Rippenteilung b, so hat bei der Belastung q^1 das gröfste Angriffsmoment jedenfalls die Form $k\,q^1\,b^2$, und da nun die Gröfse M^1 bekannt ist, die dieses Moment erreichen darf, so folgt die auszuführende Rippenteilung aus:

VI. 7) $$b = \sqrt{\frac{M^1}{k\,q^1}}\ ^{*)}$$

und die Zugeinlage einer Rippe aus

VI. 8) $$f = b\,\varphi.$$

Bezüglich der Gröfsen k und q^1 mag angeführt werden, dafs sie für ungünstigste Aufstellung der gleichmäfsig verteilten Verkehrslast p, für die Eigenlast g und für die ganze Last q zu setzen sind:

VI. 9)

$M = k\,q^1\,b_2$	k	q^1
in einem Mittelfelde . .	1/40	$q + 2p$
in einem Seitenfelde . .	1/50	$4q + p$
über einer Stütze	— 1/10	q

Diese Werte sind nicht für alle Fälle ganz scharf, geben aber genügende Annäherung.

Damit sind die Abmessungen der Deckplatte in den Öffnungen und die Rippenteilung so festgelegt, dafs die Platte in beiden Richtungen voll ausgenutzt wird. Da die durchlaufenden Platten ihre gröfsten Momente aber in der Regel über den Stützen erleiden, so müssen hier meist Verstärkungen vorgenommen werden, die etwa in den Vierteln der Rippenteilung b beginnend, als Ausschrägungen der Platte gegen die Rippen erscheinen, und zugleich die Aufnahme der aus den Querkräften erwachsenden Scherspannungen verbessern.

Für diese Verstärkung der Platte in Rippenmitte sind die folgenden Gesichtspunkte mafsgebend. Über der Rippe ist das Moment M^1_1, in der Regel $= -\frac{q^1\,b^2}{10}$, bekannt, ebenso der nur in seltenen Fällen auftretende Druck D^1; die nach oben gezogene Zugeinlage φ^1 und die nach unten gezogene Druckeinlage φ'^1 sollen dieselben bleiben, wie in den Öffnungen, da die Änderung der Einlagen unbequem wäre, auch wird die zulässige Eisenspannung s_e beibehalten, folglich sind die Unbekannten, nach denen die allgemeinen Gleichungen zu lösen sind: die ganze Plattenhöhe h^1_1 in Rippenmitte, die Höhe x^1_1 der untern Druckzone und die Betondruckspannung $\sigma_b{}^1$.

Der Fall B zweier gleicher Einlagen braucht nicht behandelt zu werden, da er bezüglich der Deckplatte eines Rippenkörpers wohl nie vorkommt.

Für den Fall A. des Vorhandenseins einer bekannten Druckeinlage φ'^1 liefern die allgemeinen Gleichungen nach Einführung der neuen Bezeichnungen:

Gl. 2) $$\sigma_b{}^1 = \frac{D^1 + \varphi^1\,s_e}{\frac{x^1_1}{2} + (n-1)\,\varphi'^1\,\frac{(x^1_1 - a^1)}{x^1_1}}.$$

Wird Gl. 1) nach $h^1_1 - a^1$ gelöst und in diese Lösung der gefundene Wert von $\sigma_b{}^1$ eingesetzt, aufserdem noch a^1 abgezogen, so folgt:

*) Deutsche Bauzeitung 1905, S. 4, 26, 30, 144.

*) Über die Gröfsen k und q^1 vergleiche Deutsche Bauzeitung 1905, S. 4, 26, 30, 144.

$$h^1_1 - 2a^1 = x^1_1 + \frac{s_e\left[\frac{x^{1\,2}_1}{2} + (n-1)\varphi'^1(x^1_1 - a^1)\right]}{n(D^1 + \varphi^1 s_e)} - a^1.$$

Werden ferner diese Werte von σ_b^1 und $h^1_1 - 2a^1$ in Gl. 3c) eingesetzt, so entsteht die von den Unbekannten nur x^1_1 enthaltende Gleichung:

$$M^1_1 - \left(\frac{D^1}{2} + \varphi^1 s_e\right)\left[x^1_1 + \frac{s_e\left[\frac{x^{1\,2}_1}{2} + (n-1)\varphi'^1(x^1_1 - a^1)\right]}{n(D^1 + \varphi^1 s_e)} - a^1\right] - \frac{x^1_1(3a^1 - x^1_1)}{6}\,\frac{D^1 + \varphi^1 s_e}{\frac{x^1_1}{2} + (n-1)\varphi'^1\frac{x^1_1 - a^1}{x^1_1}} = 0.$$

Wird diese Gleichung nach Potenzen von x^1_1 geordnet und dabei $\frac{D^1 + \varphi^1 s_e}{\frac{D^1}{2} + \varphi^1 s_e} = \varrho$ gesetzt, so folgt der Gleichungsatz zur Berechnung der drei Unbekannten:

VI. A.

$$\begin{cases} -x^{1\,4}_1\frac{s_e}{4} - x^{1\,3}_1\left\{\frac{n}{2}(D^1 + \varphi^1 s_e)\left[1 - \frac{\varrho}{3}\right] + (n-1)\varphi'^1 s_e\right\} + x^{1\,2}_1\left\{\frac{n}{2}\left[\varrho M^1_1 - (D^1 + \varphi^1 s_e)[2(n-1)\varphi'^1 \right.\right. \\ \left.\left. + a^1(\varrho - 1)]\right] + (n-1)\varphi'^1 s_e\left[a^1 - (n-1)\varphi'^1\right]\right\} + x^1_1\, n(n-1)\varphi'^1\left\{\varrho M^1_1 + 2a^1\left[D^1 + s_e(\varphi^1 \right.\right. \\ \left.\left. + \frac{(n-1)}{n}\varphi'^1)\right]\right\} - n(n-1)a^1\varphi'^1\left\{\varrho M^1_1 + a^1\left[D^1 + s_e\left(\varphi^1 + \frac{n-1}{n}\varphi'^1\right)\right]\right\} = 0; \\ \sigma_b^1 = \frac{D^1 + \varphi^1 s_e}{\frac{x^1_1}{2} + (n-1)\varphi'^1\frac{x^1_1 - a^1}{x^1_1}};\quad h^1_1 = a^1 + x^1_1\left[1 + \frac{s_e}{n\sigma_b^1}\right]. \end{cases}$$

Im Sonderfalle α), $\varphi'^1 = D^1 = 0$, ist $\varrho = 1$, und der Lösungsatz lautet:

VI. A. α)

$$x^1_1 = \frac{2}{3}n\varphi^1\left\{\sqrt{1 + \frac{9M^1_1}{2n\varphi^{1\,2}s_e}} - 1\right\};\quad \sigma_b^1 = \frac{2\varphi^1 s_e}{x^1_1};\quad h^1_1 = a^1 + x^1_1\left[1 + \frac{s_e}{n\sigma_b^1}\right].$$

Bei den vorkommenden Aufgaben ist dieser Fall α) der weitaus häufigste.

Für den Sonderfall β) $\varphi'^1 = 0$, $D^1 > 0$, vereinigt sich der allgemeine Lösungssatz VI. A. zu:

VI. A. β)

$$x^1_1 = \frac{n\varrho}{6s_e}(D^1 + 4\varphi^1 s_e)\left\{\sqrt{1 + \frac{36s_e(2M^1_1 - D^1 a^1)}{n\varrho(D^1 + 4\varphi^1 s_e)^2}} - 1\right\};$$

$$\sigma_b^1 = 2\frac{D^1 + \varphi^1 s_e}{x^1_1};\quad h^1_1 = a^1 + x^1_1\left[1 + \frac{s_e}{n\sigma_b^1}\right].$$

Der Sonderfall γ), $\varphi'^1 > 0$, $D^1 = 0$, liefert $\varrho = 1$ und den Lösungsatz:

VI. A. γ)

$$-x^{1\,4}_1 - x^{1\,3}_1\,4\left\{\frac{n\varphi^1}{3} + (n-1)\varphi'^1\right\} + x^{1\,2}_1\,4n\left\{\frac{M^1_1}{2s_e} - (n-1)\varphi'^1\left[\varphi^1 + \frac{a^1 - (n-1)\varphi'^1}{n}\right]\right\}$$

$$+ x^1_1\,8n(n-1)\varphi'^1\left\{\frac{M^1_1}{2s_e} + a^1\left[\varphi^1 + \frac{n-1}{n}\varphi'^1\right]\right\} - 4n(n-1)a^1\varphi'^1\left\{\frac{M^1_1}{s_e} + a^1\left[\varphi^1 + \frac{n-1}{n}\varphi'^1\right]\right\} = 0;$$

$$\sigma_b^1 = \frac{2\varphi^1 x^1_1 s_e}{x^{1\,2}_1 + 2(n-1)\varphi'^1(x^1_1 - a^1)};\quad h^1_1 = a^1 + x^1_1\left[1 + \frac{s_e}{n\sigma_b^1}\right].$$

Da für alle Lösungen VI. A. die Druckzone x^1_1 unten, die Zugeinlage φ^1 oben eingeführt ist, so ist das an sich negative Stützenmoment M^1_1 positiv in die Formeln einzusetzen.

Die Höhe h^1_1 wird in der Rippenmitte von Plattenoberkante nach unten abgesetzt, und das untere Ende wird mit den Punkten verbunden, welche in den Vierteln der Rippenteilung b in der Unterkante der mittlern Plattendicke x^1 liegen; so ergibt sich die nötige Ausschrägung der Deckplatte gegen die Rippen.

Die Aufnahme der Querkräfte folgt sowohl bezüglich der Deckplatte, als auch der Rippen ganz den unter V und VI 2) bis 5) gegebenen Regeln; zu beachten ist nur, dafs sich f in den Rippen in der Regel aus mehreren dünnen Eisen zusammensetzen wird, dafs also auch der Umfang u der Längeneinheit mehrerer Eisen entspricht. Da u mit der Zahl der f bildenden Einzeleisen wächst, so ist es für Erniedrigung der Haftspannung günstig, die Rippeneinlage aus vielen dünnen Einzeleisen zu bilden.

In einer Fortsetzung dieses Aufsatzes soll die Anwendung der gegebenen Formeln auf bestimmte Einzelfälle durch Vorführung einer Reihe von Zahlenbeispielen gezeigt werden.

(Schlufs folgt.)

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Einspurige und zweispurige Alpentunnel.

Von Professor Hennings in Zürich.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, Juni, Band XLVII, S. 290. Mit Abb.)

In gewöhnlichen Fällen kosten zwei eingleisige Tunnel etwa 130 % eines zweigleisigen. Bei Tunneln unter hoher Überlagerung aber verschiebt sich dies Verhältnis, weil zum Zwecke der Lüftung bei mehr als 25° C. Felswärme so grofse Luftmengen von 30 bis 40 cbm/Sek. eingeblasen werden müssen, dafs die dafür erforderlichen Röhren in den unvollendeten Tunnelstrecken keinen Platz finden, sondern sowohl beim eingleisigen, als auch beim zweigleisigen Tunnel durch besondere, aufserhalb liegende Stollen ersetzt werden müssen.

Beim Simplontunnel ist dieser Lüftungsstollen so angelegt, dafs er dem erst später nötigen, zweiten eingleisigen Tunnel als Sohlstollen dient, also für die Zukunft nutzbar gemacht ist.

Bei einem zweigleisigen Tunnel mit hoher Überlagerung wird der Lüftungsstollen nach dem Vorschlage des Oberingenieurs Weber, Bauleiters der Bodensee-Toggenburg-Bahn in St. Gallen, zweckmäfsig unter den zweigleisigen Haupttunnel gelegt.

Dieser »Unterstollen« soll den Richtstollen bilden und zugleich als Lüftungsrohr und Wasserkanal dienen.

Die Vorteile des Unterstollens sind folgende.

1. Es ist nur ein einziger Stollen herzustellen.
2. Auch die gröfsten Wassereinbrüche können den Tunnelbau nicht stören.
3. Der Haupttunnel wird völlig trocken.
4. Die Verkehre im Richtstollen und Haupttunnel sind völlig getrennt, was die Arbeit beider sehr erleichtert.
5. Im Unterstollen ist elektrischer Betrieb leicht einzurichten.
6. Da der Wasserkanal unter dem Sohlengewölbe angelegt wird, kann letzteres hoch gelegt werden; wenn es also nötig wird, wird der Ausbruch nicht gröfser als bei den bisherigen Bauarten, sodafs der Unterstollen bei Bedarf eines Sohlengewölbes fast gar keine Mehrkosten veranlafst.
7. Fernschreib-, Fernsprech- und Hochspannungsleitungen können im Unterstollen in blanken Drähten geführt werden, sodafs die kostspieligen und umständlichen Kabel entfallen.

Nach dem Ergebnisse einer Kostenberechnung wird der zweigleisige Tunnel um 18 % billiger als zwei eingleisige.

Durch den Zinsgewinn des bei der eingleisigen Anlage zur Zeit der Bahneröffnung vorläufig ersparten Betrages wird die Summe, welche zum Ausbau des zweiten Tunnels nötig ist, bis zur erforderlichen Ausführung dieser Arbeit meistens nicht erreicht werden, und daher sollte bei künftigen grofsen Tunneln sofort eine zweigleisige Anlage hergestellt werden, umsomehr, als die Vornahme von gröfseren Ausbesserungen bei so langen eingleisigen Tunneln aufserordentlich schwierig ist.

Überdies spricht für den zweigleisigen Tunnel, dafs die Entfernung der Zwillingstunnel verdoppelt werden sollte, um eine schädliche Rückwirkung des Nebenstollens auf den ersten Tunnel zu vermeiden, und dafs zwei Tunnel mit ihren Querschlägen weit mehr Wasser anschneiden, als ein einzelner Tunnel.

B—s.

Bahn-Oberbau.

Über Holztränkung.

Um die stickstoffhaltigen Bestandteile des Holzsaftes, die Veranlassung zum Faulen geben, unschädlich zu machen, wird das Holz mit Stoffen getränkt, die mit den stickstoffhaltigen Bestandteilen unlösliche, nicht fäulnisfähige Verbindungen eingehen.

Von den zahlreichen für die Tränkung in Anwendung gebrachten organischen und anorganischen Stoffen werden in neuerer Zeit in gröfserm Umfange nur noch Chlorzink, Teeröl, Quecksilbersublimat und Kupfervitriol verwendet. Die Verfahren zur Erhaltung von Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen bestehen a) in der Einlaugung der Hölzer in die fäulnishindernde Flüssigkeit, b) in der Tränkung durch Filterung unter Benutzung des hydrostatischen Druckes der Tränkungsflüssigkeit, c) in der Tränkung durch Einführung der Flüssigkeit unter Anwendung von Dampf- oder Luft-Druck.

Bei dem letzten Verfahren werden die zu tränkenden Hölzer in geschlossene metallene Gefäfse gebracht, diese leer gepumpt, wodurch die Luft aus den Hohlräumen im Innern des Holzes entfernt wird, dann wird die Tränkungsflüssigkeit unter hohem Drucke eingeführt, und endlich, indem man auf die das Holz umgebende Flüssigkeit einen Druck von mehreren Atmosphären einwirken läfst, bewirkt, dafs die Tränkungsflüssigkeit mit grofser Kraft in die Saftkanäle und die Zwischenräume des Zellengewebes getrieben wird. Die neuesten Abänderungen dieses »pneumatisch« genannten Verfahrens weichen dadurch etwas ab, dafs der Tränkungskessel vor der Einlassung der Tränkungsflüssigkeit nicht leer gepumpt wird.

Ein auf diesem Grundsatze beruhendes Verfahren, welches bis zur Entwickelung der jetzt vorwiegend gebrauchten Tränkungsverfahren die gröfste Verbreitung hatte, und welches man noch heute auf manchen Bahnen antrifft, ist das auf Anwendung einer wässerigen Lösung von Chlorzink beruhende. So vorzüglich die fäulnishindernden Eigenschaften des Chlorzinkes auch sind, so kann dieses Mittel die Schwellen doch auf die Dauer nicht schützen, da es verhältnismäfsig schneller Auslaugung unterworfen ist. Dazu kommt, dafs die Neigung des Chlorzinkes, Wasser aufzusaugen, die das Holz in nassem Zustande erhält, die Widerstandsfähigkeit der Schwellen gegen die mechanische Abnutzung erheblich vermindert. Die Verwendung von Chlorzink empfiehlt sich ferner aus dem Grunde nicht, weil es nur in stark verdünntem Zustande zu Tränkungszwecken benutzt werden kann, und weil dem Holze daher mit dem Mittel grofse Mengen Wasser zugeführt werden müssen, welche bei ihrer Verdunstung Chlorzinkteile mit sich nehmen und neue Feuchtigkeitsaufnahme

begünstigende Hohlräume im Holze schaffen, ein Vorgang, der sich in der Folge ständig wiederholt; daher werden die Schwellen nach und nach immer ärmer an Chlorzink und in demselben Mafse weniger widerstandsfähig gegen Fäulnis. Aufserdem wirkt die freie Säure, deren nachträgliche Entwickelung sich nicht vermeiden läfst, zerstörend auf die Holzfaser ein, besonders an den mit Eisen in Berührung kommenden Stellen, also an den am meisten beanspruchten Schienenauflageflächen. Diese schwerwiegenden Nachteile haben bewirkt, dafs das Zinkchloridverfahren heute nur noch in sehr beschränktem Mafse in Gebrauch ist, vereinzelt für Telegraphenstangen und für Schwellen nur da, wo der billige Preis in grofsen Mengen zur Verfügung stehender Weichholzschwellen die Heranziehung eines billigen Verfahrens begründet.

Um den mit der alleinigen Verwendung von Chlorzink zur Tränkung verbundenen Misständen zu begegnen, hat man der Chlorzinklauge karbolsäurehaltiges Teeröl zugesetzt, um insbesondere die Weichholzschwellen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und gegen das Auslaugen des Chlorzinks zu schützen. Man bezeichnet dieses Verfahren als »Gemischtränkung«.

Das karbolsäurehaltige Teeröl besteht hauptsächlich aus schweren Ölen, welche, weder flüchtig noch im Wasser löslich, die Holzporen verstopfen und so um die Schwellen einen gegen das Eindringen und den Bestand von Fäulniserregern schützenden Mantel bilden. In den Teersäuren und im Naphtalin besitzt das Teeröl hochgradig fäulniswidrige Bestandteile, die die Eiweifsstoffe des Pflanzensaftes zum Gerinnen bringen, vorhandene Keime töten und der Bildung neuer den Boden entziehen.

Trotz solcher Vorzüge des Teeröles hat man davon abgesehen, es statt des Gemischverfahrens für die Weichholzschwellen ausschliefslich oder als Zusatz in gröfserer Menge zu verwenden, hat vielmehr die Beimischung von Teeröl auf 2 kg für eine gewöhnliche Schwelle beschränkt, weil ein gröfserer Zusatz oder gar eine vollständige Durchtränkung mit dem verhältnismäfsig teueren Teeröle mit Rücksicht auf den billigen Preis der Weichholzschwellen in wirtschaftlicher Hinsicht nicht gerechtfertigt gewesen wäre und diese, die doch in Folge mechanischer Abnutzung früher zu Grunde gehen, als durch Fäulnis, unverhältnismäfsig verteuert hätte. Dafs mit einem Zusatze von 2 kg für die Schwelle nicht dieselbe Wirkung erzielt werden kann, wie mit vollständiger Teeröl-Tränkung liegt auf der Hand. Der Teerölmantel ist zu wenig dicht, als dafs er nicht beim Aufnageln der Schienen und Einbetten der Schwellen in den Bahnkörper und durch Verdunstung in manchen Fällen durchlöchert würde; das in solchen Fällen nur durch Chlorzink geschützte Holz ist dann bis zu einem gewissen Grade wieder denselben Gefahren ausgesetzt, die für das Aufgeben des Zinkchloridverfahrens bestimmend waren, auch bleibt der Misstand der grofsen Wasserzufuhr bei der Tränkung bestehen. Immerhin waren die mit der Gemischtränkung erzielten Ergebnisse sehr zufriedenstellende.

Die unübertroffenen Eigenschaften des karbolsäurehaltigen Teeröles als Tränkungsmittel werden dagegen der Erhaltung von Hartholzschwellen in ergiebigster Weise nutzbar gemacht, indem man für diese Teeröl als alleiniges Tränkungsmittel unter Durchtränkung des ganzen Holzkörpers bis zur überhaupt erreichbaren Tiefe verwendet, von dem Grundsatze ausgehend, dafs dem höhern Werte und der höhern Widerstandsfähigkeit der Harthölzer gegen mechanische Abnutzung auch durch Erzielung eines höhern Grades von Schutz gegen Fäulnis Rechnung zu tragen sei.

Nach den Vorschriften der preufsischen Staatsbahnen werden 11,5 kg Teeröl in eine eichene Schwelle von 270 × 26 × 16 cm, 36 kg in eine buchene eingeprefst. Um nun auch Weichholzschwellen die Vorteile vollständiger Durchtränkung mit Teeröl ohne Zusatz eines geringwertigern Mittels, besonders den der gröfsern Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung zu verschaffen, ohne unwirtschaftlich zu werden, ist das Verfahren der Tränkung der Schwellen mit beschränkter Teerölaufnahme eingeführt, bei dem im Gegensatze zu der völligen Durchtränkung von Zellen, Poren und sonstigen Hohlräumen nur so viel Teeröl im Holze bleibt, als zum Auskleiden und Durchtränken der Zellenwandungen nötig ist. Bei den preufsischen Staatsbahnen ist dieses Verfahren 1905 an die Stelle der Gemischtränkung getreten. In den Holztränkungswerken Himmelsbach in Freiburg, Baden, geschieht diese Tränkung folgendermafsen:

I. Tränkung der buchenen und eichenen Schwellen mit erwärmtem Teeröle, Volltränkung.

Nachdem das zur Tränkung bestimmte Holz in den Kessel gebracht und dieser luftdicht verschlossen ist, wird eine Luftverdünnung von mindestens 60 cm Quecksilbersäule hergestellt, 10 Minuten erhalten und nunmehr das vorgewärmte Teeröl unter anhaltender Luftverdünnung so hoch in den Kessel eingelassen, dafs es nicht von der Luftpumpe übergesogen werden kann. Je nach dem Trockenheitsgrade des Holzes wird das Teeröl mit Unterbrechungen oder mit einem Male eingelassen.

Während und nach der Füllung wird das im Kessel befindliche Teeröl durch mindestens 3 Stunden bis auf 105° C., höchstens 115° C. erwärmt. Ist dieser Wärmegrad erreicht, so wird er mindestens weitere 60 Minuten ohne oder unter Luftverdünnung erhalten, je nachdem dies nötig erscheint, damit das Holz die erforderliche Menge Teeröl aufnimmt.

Sobald die Füllung des Kessels mit erwärmtem Teeröle beginnt, wird dieser mit einem Röhrenkühler in Verbindung gesetzt, der alle aus dem Holze entweichenden Wasserdämpfe niederschlägt und ableitet. Das Sammelgefäfs ist mit einem Wasserstandsanzeiger versehen, an dem die Menge des aus dem Holze verdampften Wassers abzulesen ist.

Nachdem das Entziehen des Wassers aus dem Holze beendigt ist, wird der Kessel vollends gefüllt und die Druckpumpe in Anwendung gebracht. Der Druck wird in der erforderlichen Höhe so lange unterhalten, bis die vorschriftsmäfsige Aufnahme an Teeröl erreicht ist.

Nach der so vollendeten Tränkung des Holzes wird das Teeröl abgelassen.

II. Tränkung der kiefernen Schwellen mit beschränkter Teerölaufnahme.

Nachdem die Hölzer in den Kessel gebracht sind, wird dieser luftdicht verschlossen und so schnell wie möglich mit

vorher erwärmtem Teeröle bei geöffnetem Luftventile mittels Druckluft von geringerer Spannung gefüllt, sodafs vor und während der Füllung kein Überdruck im Kessel wirkt. Das Öl wird je nach den Umständen mehr oder weniger angewärmt und nötigen Falles im Kessel durch Dampf mittelbar warm gehalten, ohne dafs jedoch die Wärme des Öles 100° C. übersteigt.

Nach vollständiger Füllung des Kessels wird das Luftventil geschlossen und eine bestimmte, vorher genau abgemessene Menge Teeröl, die von der Beschaffenheit der zu tränkenden Hölzer, von der Jahreszeit und der Witterung abhängt, mit Überdruck in den Kessel nachgeprefst, und zwar so langsam, dafs im Kessel kein höherer Überdruck als 2,5 at entsteht. Hierauf wird der Kessel von Öl entleert, 15 Minuten unter 1,5 at Luftdruck gesetzt, dann auf 5 Minuten mit der freien Luft in Verbindung gebracht. Darauf wird das Luftventil wieder geschlossen und zum zweitenmale auf 15 Minuten ein Luftdruck von mindestens 1,5 at erzeugt. Die Luft wird während der zweimaligen Luftbehandlung mittelbar durch Dampf auf mindestens 50° C. erwärmt. Nach dem Ablassen des zweiten Luftdruckes ist die Tränkung beendet.

Zur Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes der Holzerhaltung dient die nachstehende Zusammenstellung.

Holzart	Nicht getränkt	Getränkt mit Chlorzink	Getränkt mit Gemisch	Getränkt mit Teeröl
	Lebensdauer in Jahren			
Eiche	12 bis 15	16	18 bis 20	25
Buche	2 „ 3	5 bis 8	14 „ 16	30 bis 35
Kiefer oder Fichte . . .	5 „ 7	7 „ 12	13 „ 15	18 „ 20

Diese Näherungswerte lassen den Wert der Holztränkung im allgemeinen und den der einzelnen Tränkungsverfahren im Vergleiche miteinander erkennen; sie zeigen, dafs die Lebensdauer der Eichenschwellen durch zweckmäfsige Tränkung auf das doppelte, der Weichholzschwellen auf das dreifache und der Buchenschwellen auf das fünf- bis siebenfache gebracht werden kann. Mit Rücksicht auf diese Zahlen verdient die Verwendung der getränkten Buchenschwelle ganz besondere Beachtung.

Die französische Ostbahn hat mit deren Verwendung auf ihren Linien sehr gute Ergebnisse erzielt; in einem Zeitraume von 24 Jahren wurden

von den nicht getränkten Eichenschwellen . . . 67 %
von den mit Teeröl getränkten Eichenschwellen . 46 «
dagegen von den mit Teeröl getränkten Buchenschwellen nur . . . . 12 «

ausgewechselt.

Das Ergebnis der neuesten Ermittelungen derselben Bahn beziffert die Zahl der nach 27jähriger Verwendungsdauer noch im Gleise liegenden, mit Teeröl getränkten Buchenschwellen auf 80 %, während von ebenso behandelten Eichenschwellen nur noch 54 % nach 24jähriger Verwendung betriebsfähig waren.

Auch die preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen haben in den letzten Jahren getränkte Buchenschwellen in grofser Zahl verwendet; ebenso schenkt die Verwaltung der Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen den teerölgetränkten Buchenschwellen die gröfste Beachtung.

Für grofse Tunnelstrecken wird die mit Teeröl getränkte Buchenschwelle bevorzugt, im Gotthard- und im Arlberg-Tunnel trat sie an die Stelle der eisernen. Auch im Simplon-Tunnel sind 20000 von Himmelsbach in Freiburg mit Teeröl getränkte Buchenschwellen verwendet. —k.

Schleef's Beseitigung der Stofsfuge im Eisenbahngleise.*)

(Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1906, Februar, S. 87.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 bis 18 auf Tafel XL.

Schleef in Goslar will die Stofsfuge dadurch beseitigen, dafs er etwa 200 m lange Teile eines Schienenstranges nach einem der bekannten Verfahren vergiefst, verschmilzt oder verschweifst, diese Strecke in ihrer Mitte auf etwa zwölf Schwellen (Abb. 18, Taf. XL) mittels bekannter Mittel, Stemmwinkel, Keilverschlufsklemmen u. s. w. gegen das Wandern festlegt, und an beiden Enden zum Längenausgleiche mit einer doppelten geraden Zungenvorrichtung versieht, für die die Fahrschienen-Enden entsprechend abgebogen werden (Abb. 13, Taf. XL); es ist das die Verdoppelung der jetzt fast allein noch üblichen Form des Schienenauszuges vor beweglichen Brückenlagern, bei der das Zungenstück c festliegt und die abgebogenen Schienenenden in entsprechend schräg gestalteten Führungsplatten gleiten. Die Anordnung ist unseres Wissens zuerst 1889 im Oberbau der Forthbrücke für 300 mm Schienenauszug verwendet.

Gegen die Anordnung, die freilich die Stofslücke beseitigt, sind im wesentlichen wohl nur zwei Bedenken zu erheben, nämlich erstens, dafs das zarte und leichte Doppelzungenstück c nicht fest liegen und leicht verletzt werden wird, und zweitens, dafs man bei Verletzung einer Schiene immer gleich 200 m auswechseln, oder zwei Durchkreuzungen und Verschweifsungen ausführen mufs, was beides für den Betrieb sehr störend wirkt. Den erstern Mangel könnte man durch Verlängerung des Zungenstückes heben, ob der zweite nicht grade durch die Lückenlosigkeit bis zur Unerheblichkeit abgemindert wird, bleibt abzuwarten.

Ein je 90 m langes Probestück ist im August 1905 seitens der Firma H. Goldschmidt in Essen auf den Mecklenburgischen Staatsbahnen in beiden Strängen eines Hauptgleises des Güterbahnhofes Schwerin ausgeführt, dieses soll sich dort gut gehalten haben. Mitten unter der Strecke liegen eine ganze Schwellenteilung einnehmende Betonklötze unter den Schienen mit nach oben gezahnten Platten, in die die gleichfalls gezahnten Ränder der Winkel-Stemmlaschen halslagerartig eingreifen. Die Schienen schweben frei über dieser Vorrichtung zur Verhinderung des Wanderns, so dafs keine Belastung eintritt und das Gleis keine Störung seiner Elastizität erhält.

Dafs mit diesen Mitteln ein wirklich stofsfreies Fahren zu erzielen ist, steht erfahrungsgemäfs fest, es würde sich wohl lohnen, durch ausgedehntere Versuche festzustellen, ob die angeführten Bedenken wirklich gewichtige und gegebenen Falles unüberwindlich sind.

*) D.R.P. 165541.



Maschinen- und Wagenwesen.

Elroy-Zugbeleuchtung.

(Railroad Gazette 1906, Juni, Band XL, S. 590. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 22 auf Tafel XL.

Die Ausrüstung der selbsttätigen elektrischen Elroy-Zugbeleuchtung enthält einen durch die Achse angetriebenen Stromerzeuger, einen selbsttätigen Regler für die Abstellung des Erzeugers, für die Lampenspannung und die Ladung des Speichers, und einen Speicher.

Der Stromerzeuger ist eine vierpolige Nebenschlufsmaschine und kann einen Speicher von 32 Zellen mit einer Leistung von 40 Ampere für sechs Stunden laden und zu gleicher Zeit 110 weifsglühende Lampen von 8 Kerzen und 60 Volt speisen.

Die Spannung des Stromerzeugers wird durch einen Feld-Stromwiderstandsteller geregelt, welcher durch eine kleine doppelfelderige, entgegengesetzt gewickelte Hauptstrom-Triebmaschine betätigt wird. Die Umdrehung der Triebmaschine wird gesteuert durch die vereinigte Wirkung zweier Solenoide, welche gegen die Spannkraft einer Feder wirken. Das eine Solenoid ist eine Nebenschlufswickelung, welche mit den Leitungen des Stromerzeugers verbunden ist, das andere ist eine Hauptschlufswickelung im Stromkreise des Stromerzeugers und des Speichers. Wenn der Erzeuger Strom liefert, wirken diese beiden Wickelungen gemeinsam. Solange der Druck der Solenoide der Spannkraft der Feder das Gleichgewicht hält, befindet sich der Arm des selbsttätigen Stromschliefsers in der Mittellage, wobei der Stromkreis der Triebmaschine unterbrochen ist, und der Arm des Widerstandstellers bleibt stehen, bis eine Spannungsänderung des Erzeugers das Gleichgewicht zwischen dem Drucke der Feder und demjenigen des Solenoides aufhebt. Dann erhält die Triebmaschine wieder Strom und der Widerstandsteller wird so berichtigt, dafs er die Spannung des Erzeugers auf den richtigen Wert bringt.

Der den Stromerzeuger und den Speicher verbindende Stromschliefser wird selbsttätig geöffnet, wenn die Spannung des Erzeugers derjenigen des Speichers gleich ist. Der Schlufs erfolgt zwischen Leitungen gleicher Spannung, so dafs kein Funken entsteht. Wird die Verbindung mit dem Speicher hergestellt, so ist der Spannungsunterschied an den verbundenen Enden ebenfalls Null; Stromerzeuger und Speicher übernehmen also die Lampenbelastung ohne Schwanken der Lichter.

Der ganze nach dem Speicher fliefsende Strom geht durch die starke Hauptschlufswickelung des Solenoides; diese Wickelung wirkt, wie bemerkt, in Verbindung mit der Nebenschlufswickelung bei der Regelung der Spannung des Stromerzeugers. Falls ein starker Strom durch die Hauptschlufswickelung nach einem leeren Speicher geht, wird der verstärkte Druck auf den Kolben den Stromschliefser der Triebmaschine betätigen und im Felde des Erzeugers den Widerstand ausschalten, wodurch die Spannung vermindert und der Speicher vor zu starkem Stromwechsel geschützt wird. Wenn die Ladung des Speichers beinahe beendet ist, beansprucht die Spannungswickelung das Solenoid fast allein, nur ein sehr schwacher Strom geht durch die Hauptschlufswickelung. Die Hauptschlufs- und Spannungs-Wickelung sind so eingerichtet, dafs stets die passende Menge an Strom dem Speicher zufliefst, diese Menge wechselt nach dem Zustande des Speichers. Diese Einrichtung ist wichtig für die Erhaltung und die Wirksamkeit des Speichers.

Die Lampenspannung wird geregelt durch einen unabhängigen Widerstandsteller, welcher durch eine andere Triebmaschine betätigt wird. Diese wird geregelt durch ein mit den Lampenleitungen verbundenes Solenoid und ist unabhängig davon, ob der Strom während der Fahrt vom Erzeuger, oder während des Haltens vom Speicher geliefert wird. Die Lampen können beliebig einzeln oder in Gruppen aus- und eingeschaltet werden, ohne die übrigen Lichter zu beeinträchtigen, da der Regler unmittelbar den Widerstand berichtigt, so dafs zwischen den Enden der Lampenleitung die bestimmte Spannung erhalten bleibt. Die Regelung der Lampenspannung wird beständig innerhalb 1 % des Durchschnittswertes erhalten.

Bei dieser Ausrüstung wird ein 30 zelliger Speicher verwendet, dessen Gröfse nach den Lampennummern wechselt. Da der Speicher zu derselben Zeit geladen werden kann, in welcher die Lampen unmittelbar von der Maschine gespeist werden, braucht kein grofser Vorrat aufgenommen zu werden; ein Speicher, der die Lampenbelastung für fünf oder sechs Stunden aufnehmen kann, wird für alle Zwecke als völlig ausreichend erachtet.

B—s.

Elektrische Eisenbahnen.

Wirkungen eines Hagelwetters auf verschiedene Arten von Schutzvorrichtungen für Speiseschienen*).

(Railroad Gazette 1906, April, Band XL, S. 384.)

Ein Übelstand beim Speiseschienenbetriebe ist die Bedeckung der Speiseschiene mit Schnee, Eis und Hagel, wodurch die Zuleitung des Stromes zu den Triebmaschinen erschwert wird. Während eines heftigen Schneesturmes am 9. Februar wurde eine Untersuchung mit einer elektrischen Lokomotive der Neu-York Zentral und Hudson-Flufs-Bahn vorgenommen, welche die Brauchbarkeit der Speiseschine für untere Stromabnahme für den Betrieb bei solchem Wetter zeigte. Am 3. März boten wechselnde Witterungsverhältnisse eine weitere Gelegenheit zum Vergleiche verschiedener Arten von Schutzvorrichtungen für Speiseschienen. Erst herrschte leichtes Regenwetter, dann folgte Hagel, dann wieder Regen bei einem Wärmestande von — 2 bis + 0,5° und Ostwind von 0,9 m/Sek. Geschwindigkeit. Das Hagelwetter begann um 9 Uhr vormittags und dauerte den ganzen Tag. Die Beschaffenheit des Hagels wechselte mit dem Wärmestande; die Dicke der Körner betrug durchschnittlich 6 mm.

Es wurden zwei Speiseschienen für obere Stromabnahme untersucht, eine ungeschützte und eine mit Schutzvorrichtung versehene. Die ungeschützte Schiene wurde derart vom Hagel bedeckt, dafs nach drei Stunden nicht mehr gefahren werden

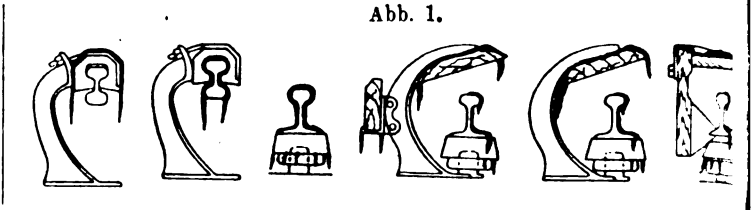
*) Organ 1905, S. 36.



konnte. Aber auch die mit Schutzvorrichtung versehene Schiene wurde auf den Strecken, wo der Wind an die Seite der Schiene gelangen konnte, an einzelnen Stellen vollständig vom Hagel bedeckt.

Bei der Speiseschiene für Stromabnahme von unten erstreckte sich die Untersuchung auf drei Arten von Schutzvorrichtungen, und durch jede dieser drei Arten wurde der Hagel von der Schiene ferngehalten. Damit ist die Überlegenheit der Speiseschiene für Stromabnahme von unten über diejenige für obere Stromabnahme bei solchem Wetter erwiesen.

Abb. 1.



Von den in Textabb. 1 dargestellten Zuleitungen haben also die vier letzten versagt, während die beiden ersten auch bei sehr ungünstigem Wetter betriebsfähig blieben. B—s.

Technische Litteratur.

Die physikalischen Institute der Universität Göttingen. Festschrift im Anschlusse an die Einweihung der Neubauten am 9. Dezember 1905. Herausgegeben von der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1906.

Diese Darstellung der neuen physikalischen Institute Göttingens, nämlich des physikalischen Hauptinstituts, des Instituts für angewandte Elektrizität, für angewandte Mathematik und Mechanik, für physikalische Chemie und für Geophysik, nebst Beschreibung der Einweihungsfeier und einer Geschichte der Göttinger Vereinigung verdient allgemeinste Beachtung, denn die beschriebenen Anlagen sind Erfolge und äufsere Zeichen einer neuen wissenschaftlichen Richtung, die in erster Linie von den Göttinger Vertretern der Naturwissenschaften ausgeht und durch die sich Göttingen vor den meisten deutschen Universitäten im Streben nach Nutzbarmachung der abstrakten Wissenschaft für Aufgaben des öffentlichen Lebens, vor den Universitäten des Auslandes aber mit ihren Schwestern in der Aufrechterhaltung wissenschaftlicher Vertiefung und Freiheit auch in der Anwendung der Wissenschaft auszeichnet.

Das Werk zeigt zugleich, eine wie weitgehende Würdigung diese den Bedürfnissen unserer Zeit Rechnung tragenden Bestrebungen auch bei der Staatsregierung findet, denn die aufgewendeten Mittel sind recht erhebliche und durchaus nicht nach dem Mafsstabe der unmittelbaren Erzielung von greifbaren Gegenwerten, sondern im Sinne uneigennütziger Förderung der Wissenschaft bemessen. Universität und Staat haben sich hier schöne Denkmäler ernsten und zielbewufsten Strebens gesetzt, wir sind überzeugt, dafs grade unser Leserkreis aus ihnen Befriedigung und reiche Anregung ziehen wird.

Turbodynamos und verwandte Maschinen von Dr. F. Niethammer, Professor für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Brünn. Zürich 1906, F. Amberger vormals D. Bürkli. Preis 8 M.

Das Buch behandelt eingehend und unter Angabe der wichtigsten Zahl- und Mafsangaben die in neuester Zeit so besonders wichtig gewordene, in der Litteratur aber noch spärlich behandelte Verbindung der Dampfturbine als Antrieb mit der Dynamomaschine als Stromerzeuger. Beide sind einander bezüglich der Notwendigkeit grofser Umlaufzahlen nahe verwandt und ergänzen sich in dieser Beziehung, wie auch des Raumbedürfnisses in höchst glücklicher Weise.

Da in neuerer Zeit wiederholt der Vorschlag auftaucht, Hauptbahnen in der Weise elektrisch zu betreiben, dafs man Kessel, Kraftmaschinen und Stromerzeuger in einem besondern Fahrzeuge im Zuge mitnimmt und von da aus Einzelantriebe aller Achsen versorgt, diese Vereinigung aber mit den alten Formen der Kraftmaschine nach den vorliegenden Versuchen kaum zu erreichen sein wird, die Turbine nun wesentlich günstigere Grundlagen schafft, so hat dieser Gegenstand für unsern Leserkreis besondere Bedeutung.

Zu den Fragen der einfachen, direkten und ökonomischen Dimensionierung von Betoneisenkonstruktionen und der nutzbaren Plattenbreite bei Verbundplattenbalken. Von Privatdozent Dr. Karl Járay an der deutschen Technik in Prag. Sonderabdruck aus den »Technischen Blättern«. Prag 1906, Verlag des deutschen Polytechnischen Vereines in Böhmen.

In den Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Eisenbetonbaues, deren grofse Zahl einen Beweis der Wichtigkeit des Gegenstandes liefert, und in denen noch wenig einheitliche Ordnung herrscht, ist es für den an dieser Bauweise Beteiligten nicht immer leicht, das Bedeutungsvolle zu erkennen, da die Hast, mit der der Gegenstand zur Zeit behandelt wird, unvermeidlich zu Wiederholungen und Zersplitterungen führt. Deshalb heben wir besonders hervor, dafs sich die vorliegende Schrift aufser der statischen Behandlung von Verbundkörpern überhaupt, die Untersuchung der wirtschaftlich besten Mafs-Abstufungen und Verhältnisse und die Verfolgung der Scherspannungen in lotrechten Schnitten der Deckplatte entlang den Rippen von Verbund-Rippendecken zur Beurteilung der Wirkungsbreite der Deckplatte als Druckgurt als Ziele gesetzt hat. Beide sind noch verhältnismäfsig wenig erschöpfend behandelt, die darauf bezüglichen Erörterungen verdienen besondere Beachtung.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahn-Verwaltungen.

Statistischer Bericht über den Betrieb der unter Königlich sächsischer Staatsbahnverwaltung stehenden Staats- und Privat-Eisenbahnen mit Nachrichten über Eisenbahn-Neubau im Jahre 1905. Herausgegeben vom Königlich sächsischen Finanz-Ministerium. Dresden.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.



ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band. | Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. | 12. Heft. 1906.

Neuere Lokomotivsteuerungen.

Von **Metzeltin,** Regierungsbaumeister a. D. zu Hannover-Linden.

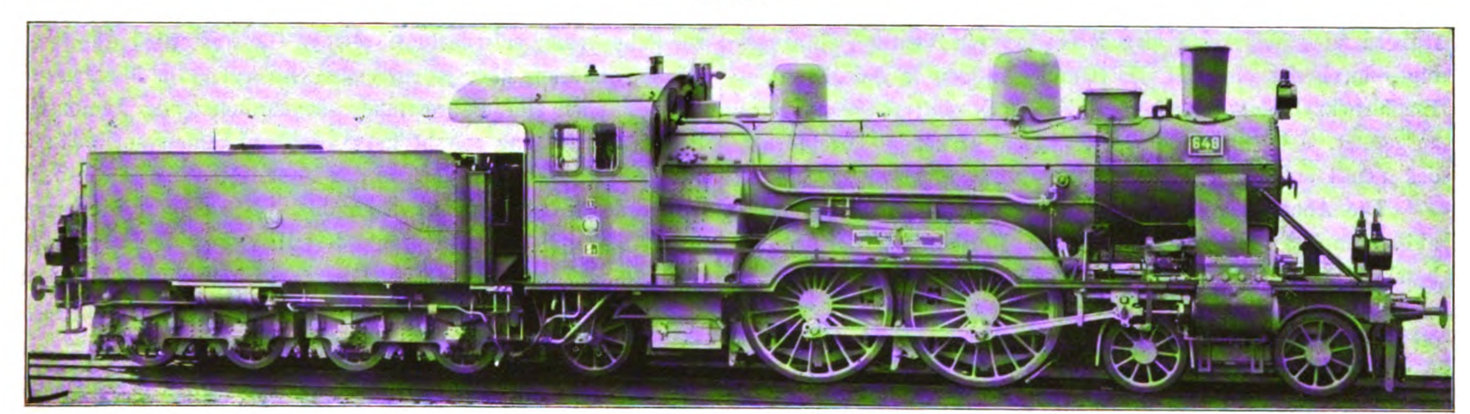
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 25 auf Tafel XXXVIII und Abb. 26 bis 37 auf Tafel XXXIX.

(Schlufs von Seite 219.)

Die in Mailand ausgestellte Lokomotive (Textabb. 4) gleicht in ihrer Anordnung vollkommen der bekannten Bauart der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.

Der Kessel erhielt Dampfsammelrohre, weil bei der ungünstigen Lage des Domes vielfach über Arbeiten der Lokomotive mit Nafsdampf geklagt wird; sonst sind keine Änderungen am Kessel vorgenommen. Die Anordnung der Zylinder ist mit Rücksicht auf den dadurch erzielbaren noch etwas bessern Massenausgleich so getroffen, dafs die Hochdruckzylinder nach aufsen und die Niederdruckzylinder nach innen verlegt wurden. Diese Änderung war leicht möglich, da die vorderen Barrenrahmen die sonst schwierige Aufgabe der Unterbringung zweier grofser Niederdruckzylinder innerhalb der Rahmen erleichtern. Die Lentz'sche Ventilsteuerung ist zunächst nur an den beiden

Abb. 4.



äufseren Hochdruckzylindern angeordnet, während die Niederdruckzylinder Kolbenschieber erhielten.

Die Abb. 17 und 18, Taf. XXXVIII stellen die Anordnung der Steuerung dar. Wie bei den bisherigen Lokomotiven dieser Bauart, wird die Bewegung der äufsern Steuerung von der innern durch eine schwingende Welle w w abgeleitet, sodafs aufsen nur noch die vom Kreuzkopf bewegten Voreilhebel erforderlich sind. Die Steuerung ist nach dem Patente von Borries so eingerichtet, dafs einer Hochdruckfüllung von 40 % eine Niederdruckfüllung von 73 % entspricht. Die am Modelle ermittelten Steuerungsverhältnisse ergeben sich aus Zusammenstellung V.

Je ein Hoch- und Niederdruckzylinder sind nach Abb. 19 und 20, Taf. XXXVIII zu einem Gufsstücke vereinigt. Am Hochdruckzylinder liegen die beiden Einlafsventile in der Mitte, die Auslafsventile an den Enden. Der Dampf strömt von letzteren geradlinig nach den Aufsenseiten des Kolbenschiebers für den Niederdruckzylinder. Auf den bei den hier in Frage kommenden geringen Dampfdrücken nur erreichbaren kleinen Vorteil innerer Einströmung und entlasteter Stopfbüchse ist mit Rücksicht auf die bessere Dampfführung verzichtet. Die beiden Überströmräume sind zur Minderung der Druckschwankungen in ihnen durch einen Querkanal q verbunden.

Als Anfahrvorrichtung ist auf dem Hochdruckzylinder ein Stutzen nach Abb. 21, Taf. XXXVIII vorgesehen. Dieser Stutzen erhält beim Öffnen des kleinen Reglers selbsttätig Dampf, der unmittelbar zum Verbinder überströmt. Zu dieser bekannten ältesten von Borries'schen Anfahrvorrichtung ist ebenfalls nach einem

Zusammenstellung V.

Steuerungsergebnisse der vierzylindrigen 2/5 gekuppelten Schnellzug-Verbundlokomotive mit Lentz'scher Ventilsteuerung.

Art der Probe: Holzmodell 1:1	Nr. des Füllungsgrades	Hochdruckzylinder: Voreilung mm	Hochdruckzylinder: gröfster Hub der Einlafsventile mm	Hochdruckzylinder: % des Kolbenweges während der Dampffüllung	der Dehnung	des Dampfaustrittes hin	des Dampfaustrittes zurück	der Zusammenpressung	des Gegendampfes		Niederdruckzylinder: Voreilung	Niederdruckzylinder: gröfste Öffnung der Dampfeintrittskanäle zuzüglich Trickkanal	Niederdruckzylinder: % des Kolbenweges während der Dampffüllung	der Dehnung	des Dampfaustrittes hin	des Dampfaustrittes zurück	der Zusammendrükkung	des Gegendampfes
vorwärts	I	4	1 1/2	10	46	44	64	34 1/2	1 1/2	vor dem Kolben	3 1/2	6 + 6	24 1/2	51 1/2	24	62 1/2	36	1 1/2
		4	1 1/2	10	46	44	64	34 1/2	1 1/2	hinter	3 1/2	6 + 6	24 1/2	51 1/2	24	63 1/2	35 1/2	1
	II	4	3 1/2	20	47	33	72 1/2	26 1/2	1	vor	3 1/2	12 1/2 + 12 1/2	52	36	12	78	21 1/2	1/2
		4	3 3/4	21	44 1/2	34 1/2	74	25 1/2	1/2	hinter	3 1/2	13 + 13	51	34	15	80	19 1/2	1/2
	III	4	5 3/4	30	44	26	77	22 1/2	1/2	vor	3 1/2	20 + 20	67	25	8	84	15 3/4	1/4
		4	6 1/4	32	39 1/2	28 1/2	79 1/2	20 1/4	1/4	hinter	3 1/2	21 + 20	64	26	10	87	12 3/4	1/4
	IV	4	8 1/8	40	38	22	81	18 3/4	1/4	vor	3 1/2	25 + 20	75	19	6	88	11 3/4	1/4
		4	8 3/4	40	35	25	83 1/2	16 1/4	1/4	hinter	3 1/2	25 + 20	72	20	8	90 1/2	8 3/8	1/8
	V	4	10 1/4	50	32 1/2	17 1/2	84 1/2	15 9/8	1/8	vor	3 1/2	25 + 20	82	14	4	91	8 7/8	1/8
		4	11	50	30	20	87	12 7/8	1/8	hinter	3 1/2	25 + 20	78	16 1/2	5 1/2	93	6 5/16	1/16
	VI	4	11 3/4	61	25 1/2	13 1/2	88	11 7/8	1/8	vor	3 1/2	25 + 20	88	9 1/2	2 1/2	94	5 15/16	1/16
		4	12	60	24	16	90	9 7/8	1/8	hinter	3 1/2	24 + 20	85	11 1/2	3 1/2	95 1/2	4 1/2	0
	Gröfster	4	12	66	22 1/4	11 3/4	89 1/2	10 7/16	1/16	vor	3 1/2	18 + 18	90	8	2	95	5	0
		4	12	64	22	14	91	8 15/16	1/16	hinter	3 1/2	18 + 18	87	10	3	96	4	0
rückwärts	II	4	3 1/2	20	46 1/2	33 1/2	73	26 1/4	3/4	vor	3 1/2	12 + 12	52	36 1/2	11 1/2	79	20 3/4	1/4
		4	3 1/2	21 1/2	45	33 1/2	75	24 1/2	1/2	hinter	3 1/2	13 + 13	50 1/2	35 1/2	14	81 1/2	18 1/4	1/4
	IV	4	8 1/4	40	39	21	82	17 3/4	1/4	vor	3 1/2	25 + 20	78	17	5	89 1/2	11 3/8	1/8
		4	9	43	34	23	84 1/2	15 1/4	1/4	hinter	3 1/2	25 + 20	75	18 1/2	6 1/2	91	8 7/8	1/8
	Gröfster	4	11 7/8	67	22	11	89	11	0	vor	3 1/2	20 + 20	90	7 1/2	2 1/2	95	5	0
		4	12	64	22	14	92	8	0	hinter	3 1/2	19 + 20	87	10	3	96	4	0

4 mm Voreilung entsprechen einem Ventilhube von 1,2 mm

frühern Vorschlage von von Borries ein Ventil V hinzugefügt, durch das ein Teil des Dampfes in den in der Mitte des Hochdruckzylinders mündenden Kanal K eintreten kann, vorausgesetzt, dafs nicht der im Zylinder wirkende Dampfdruck das Ventil auf seinen Sitz prefst.

Die Anordnung der Ventilsteuerung ergibt sich aus Textabb. 5 und 6; sie gleicht in ihren Einzelheiten der bereits beschriebenen Anordnung bei der Ilseder Lokomotive. Die zur Schmierung erforderliche geringe Ölmenge wird durch eine Dochtschmierung über jedem Ventile besorgt. Im übrigen wird Öl von einer im Führerstande angeordneten de Limonschen Schmiervorrichtung sowohl kurz vor dem Einlafsventile in das Dampfeinströmrohr als auch in den Überströmraum an die beiden Enden des Kolbenschiebers eingeführt. Wie aus der Steuerungsschaulinie ersichtlich, beträgt der Hub der Hubbögenstange 156 mm. Durch diesen grofsen Weg, der im übrigen un-

Abb. 5.

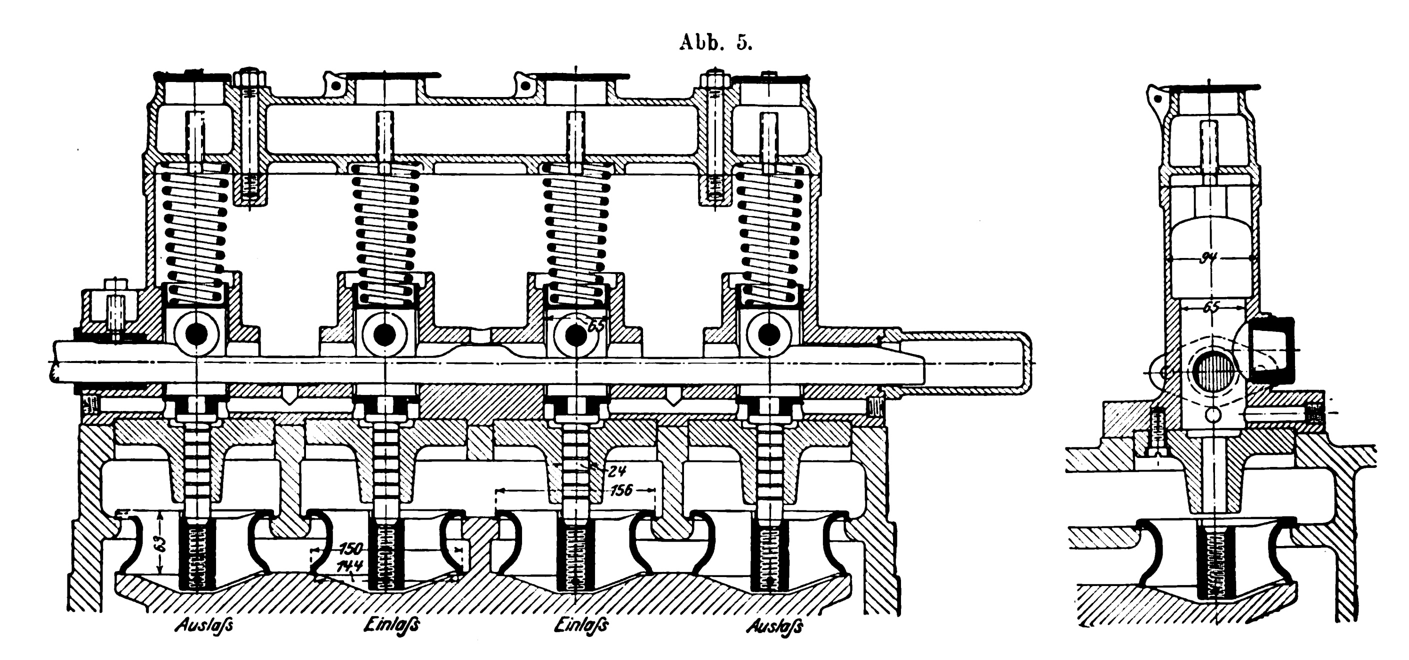
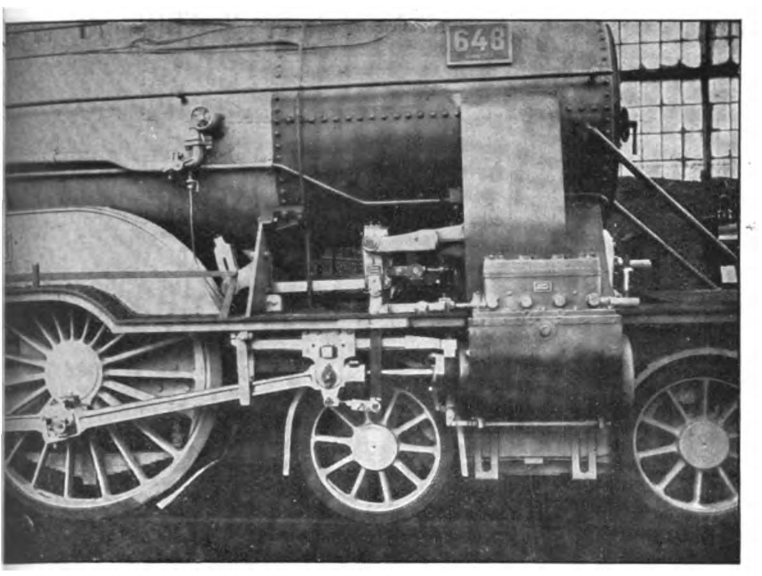


Abb. 6.



schädlich ist, liefs sich eine günstige Erhebung der Ventiel und damit entsprechend günstigere Verhältnisse für den Dampfeintritt erzielen. Die Textabb. 7 bis 9 geben für 66, 40 und 25 % die Einström- nnd Ausström-Querschnitte, sowie die mittleren Dampfgeschwindigkeiten bei der bisherigen Schiebersteuerung dieser Lokomotive und bei der jetzt angewendeten Ventilsteuerung für eine Fahrgeschwindigkeit von 100 km/St. Bei der gewöhnlichen Füllung von 40 % ergibt sich eine um beinahe 40 % verminderte Dampfgeschwindigkeit, die einen der verringerten Drosselung entsprechenden Gewinn in der Völligkeit der Schaulinie zur Folge hat. Der Entwurf für die Schiebersteuerung stammt aus einer Zeit, als in Deutschland höhere Geschwindigkeiten als 90 km/St. noch nicht zulässig waren. Die Dampfgeschwindigkeiten für die Schiebersteuerung würden sich bei einem neuen Entwurfe etwas verringern lassen; an eine Erreichung der mit der Ventilsteuerung erzielten geringen Geschwindigkeiten ist jedoch nicht zu denken.

Abb. 22 und 23, Taf. XXXVIII zeigen die mittels Indikators

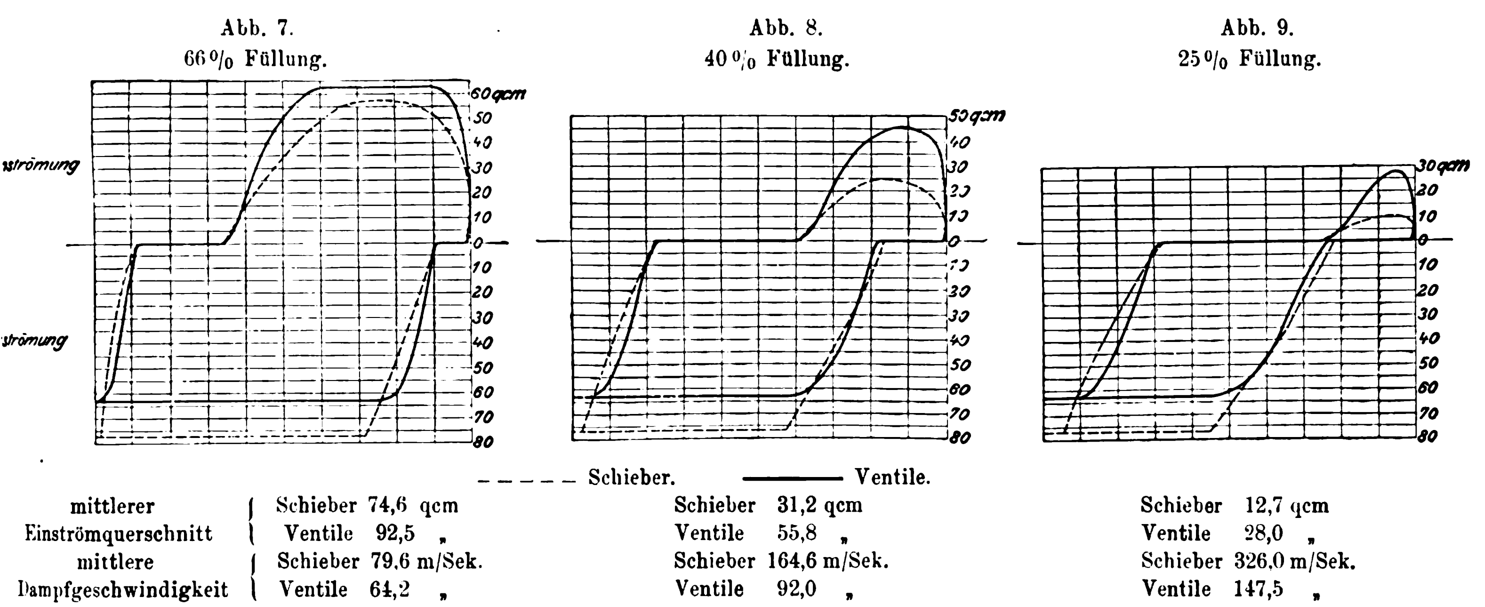


Abb. 7. 66 % Füllung. — Abb. 8. 40 % Füllung. — Abb. 9. 25 % Füllung.

– – – – – Schieber. ——— Ventile.

		Abb. 7	Abb. 8	Abb. 9
mittlerer Einströmquerschnitt	Schieber	74,6 qcm	31,2 qcm	12,7 qcm
	Ventile	92,5 „	55,8 „	28,0 „
mittlere Dampfgeschwindigkeit	Schieber	79,6 m/Sek.	164,6 m/Sek.	326,0 m/Sek.
	Ventile	64,2 „	92,0 „	147,5 „

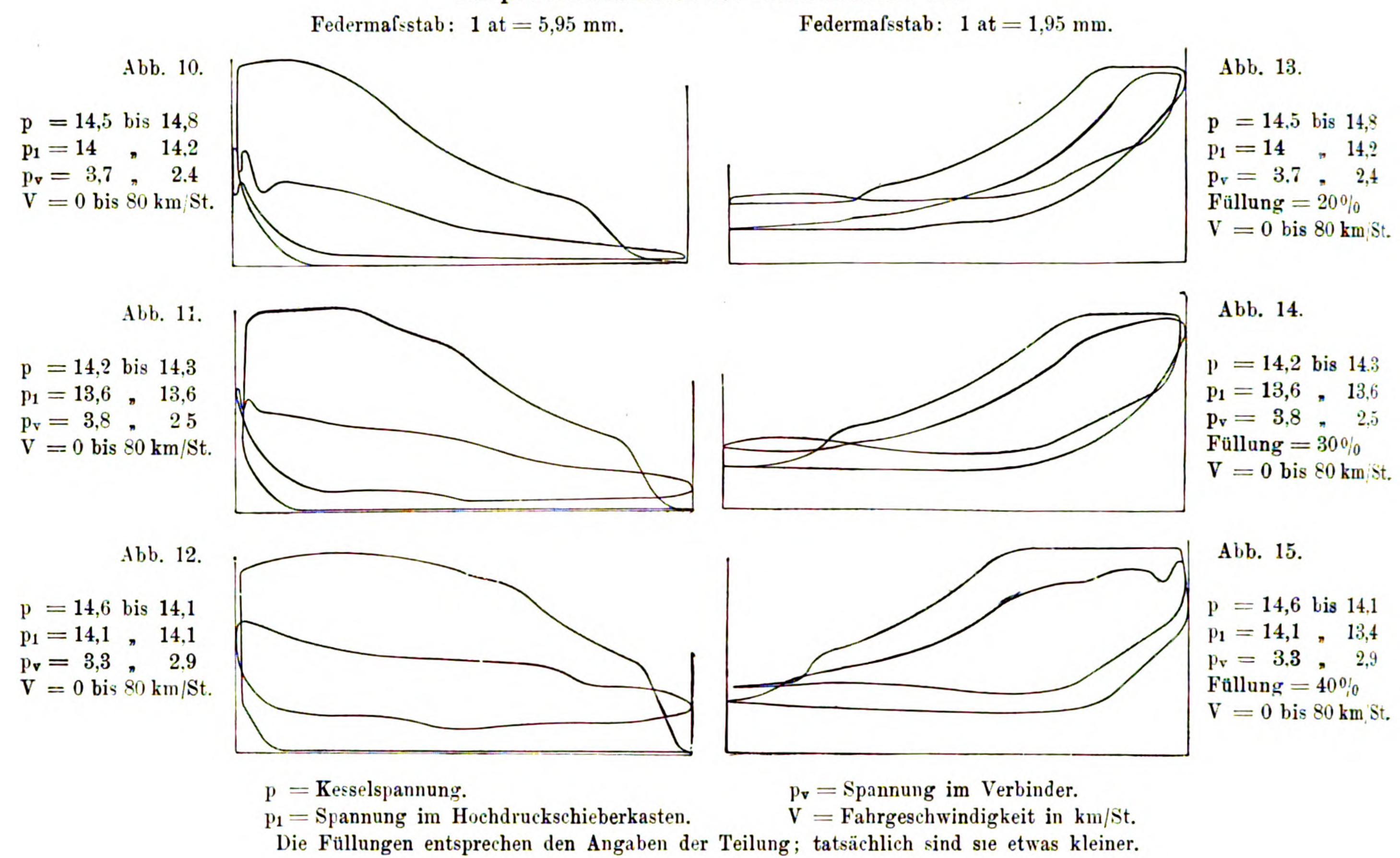
aufgenommenen Ventilerhebungslinien für die Ein- und Auslafsventile. Diese Linien lassen an ihrer starken mittlern Steigung die schnelle Eröffnung und den schnellen Abschlufs, an dem spitzen Einmünden in die untere wagerechte Linie den sanften Beginn und das sanfte Ende der Ventilbewegung deutlich erkennen.

In Textabb. 10 bis 15 sind Druckschaulinien dargestellt, und zwar sind je zwei in einander gezeichnet, von denen die eine beim Anfahren, die zweite bei 80 km Geschwindigkeit genommen ist. Die hohen Eintrittspannungen bei den Anfahrschaulinien für die Niederdruckzylinder ergaben sich daraus, dafs beim Öffnen des Reglers durch die Anfahrvorrichtung Frischdampf in den Niederdruckzylinder eingelassen wird. Zum Vergleiche mit diesen Schaulinien sind in Abb. 24 und 25, Taf. XXXVIII einige Schaulinien wiedergegeben, die an einer gleichen Lokomotive mit Kolbenschiebersteuerung auf dem Prüfstande in der Ausstellung St. Louis 1904 genommen sind.

Die Lokomotive mit Ventilsteuerung ist vor dem Abgange nach Mailand in der Zeit vom 9. bis 26. März auf den Strecken der Eisenbahndirektion Hannover im Betriebe gewesen, und zwar wurden zunächst eine Reihe von Versuchsfahrten vorgenommen, denen die Schaulinien Abb. 24 und 25, Taf. XXXVIII entstammen. Der Vorteil der durch die Ventilsteuerung erreichten völligeren Schaulinien gab sich äufserlich schon dadurch kund, dafs mit erheblich geringerer Füllung gefahren werden konnte, als bei Verwendung der sonst genau gleichen Lokomotiven mit Schiebersteuerung.

Abb. 26, Taf. XXXIX gibt die Geschwindigkeit-Schaulinien einer Versuchsfahrt mit 40 Achsen bei 339 t Zuggewicht ohne Lokomotive von Gardelegen bis Lehrte, bei der auf 36 km bei starkem Gegenwind und 0,23 ‰ Gefälle eine mittlere Geschwindigkeit von über 100 km/St. gehalten wurde. Zu beachten ist hierbei, dafs die Lokomotive bei Erreichung der Geschwindigkeit von 100 km/St. schon 130 km zurückgelegt hatte und die Heizrohröffnungen wegen Verfeuerung von Prefskohle bereits begannen, sich zuzusetzen. Bei den auf die Versuchsfahrten folgenden Fahrten im Betriebe hat die Lokomotive fast ausschliefslich schwere Schnellzüge auf der Strecke Hannover-

Dampfdruckschaulinien der Lokomotive Nr. 648.



p = Kesselspannung. p_v = Spannung im Verbinder.
p_1 = Spannung im Hochdruckschieberkasten. V = Fahrgeschwindigkeit in km/St.
Die Füllungen entsprechen den Angaben der Teilung; tatsächlich sind sie etwas kleiner.

Abb. 16.



Dortmund befördert. Abb. 27 und 28, Taf. XXXIX zeigen die Geschwindigkeitslinien der beiden Fahrten, bei denen wegen verspäteter Ankunft des Zuges in Dortmund Veranlassung zu schneller Fahrt vorlag. Leider war die Belastung dieser Züge so gering, dafs diese Fahrten nicht als Leistungsversuche gelten können. Bei allen Fahrten wurden Geschwindigkeiten von 100 bis 112 km/St. mehrfach erreicht. Die Betriebstüchtigkeit der Ventilsteuerung, die im Werke einer Reihe von Fachleuten

leerlaufend mit 328 Umdrehungen für die Minute, entsprechend einer Geschwindigkeit von 122 km/St. vorgeführt wurde, mufs danach als erwiesen gelten.

Die vorbeschriebenen Steuerungen haben senkrecht arbeitende Ventile. Die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft ging noch einen Schritt weiter. Sie hat eine ebenfalls in Mailand ausgestellte $^3/_3$ gekuppelte Tenderlokomotive mit liegender Ventilanordnung versehen. Diese Lokomotive besitzt aufserdem eine neue schwingenlose Umsteuerung, ebenfalls Bauart Lentz, und einen Pielock-Überhitzer.

Im übrigen gleicht diese Lokomotive (Textabb. 16) der $^3/_3$ gekuppelten Tenderlokomotive der preufsischen Staatsbahnen, hat jedoch entsprechend dem gröfsern Dienstgewichte von 36 t etwas gröfsere Hauptabmessungen und zwar:

Zylinderdurchmesser d	400	mm
Kolbenhub h	550	»
Treibraddurchmesser D	1100	»
Achstand	3000	»
Dampfdruck p	12	Atm.
Rostfläche R	1,45	qm
Heizfläche des Überhitzers	24,5	»
Ganze Heizfläche H	92,5	»
Wasserraum	4300	l
Kohlenraum	1400	kg
Leergewicht	28000	»
Dienstgewicht	36000	»

Der Kessel ist mit einem Pielock-Überhitzer*) für 350° C. versehen. Er erhielt zu diesem Zwecke eine lichte Länge von 1100 mm und liegt mit seiner hintern Rohrwand 1175 mm von der Feuerbuchsrohrwand entfernt. Die Erzielung dieser Überhitzung hängt von der Verbrennung von 400 kg Steinkohle auf 1 qm Rostfläche in der Stunde und der Verbrennungswärme von 1400° C. ab. Unter diesen Umständen entsteht eine Eintrittswärme der Gase in den Überhitzer von nur 640° C.

Die Umsteuerung der Bauart Lentz, (Abb. 29, Taf. XXXIX) erfordert nur eine auf der Achse sitzende zweimittige Scheibe, die von dem Voreilwinkel $+ \delta$ unter Ermöglichung jeder beliebigen Zwischenstellung auf den Voreilwinkel $270^0 - \delta$ gedreht, das heifst in die Stellung für Vollfüllung rückwärts gebracht werden kann.

Diese zweimittige Scheibe a sitzt um den in der Gegenkurbel festen Zapfen z drehbar auf einer Büchse b, die auf dem in der Achsmitte sitzenden Zapfen c verschiebbar ist, aber durch den Keil d gezwungen wird, an der Drehung der Achse teilzunehmen. Die Büchse ist mit einer schrägen Verzahnung versehen, die in eine entsprechende Verzahnung der Schieber a greift. Eine Längsverschiebung der Büchse bewirkt daher Schwingen der Scheibe um den Zapfen z und damit Verstellung des Scheibenmittelpunktes. Die Achsen-Entfernung der Zapfen c und z gibt den Halbmesser der Scheitellinie für das Unmittigkeits-Verhältnis. Auf der Büchse b sitzt eine nicht drehbare Muffe m mit vier inneren ringförmigen Ansätzen nn, die ungehinderte Drehung der Büchse b gestattet. Aufsen trägt diese Muffe eine schräge Verzahnung, in die eine gleiche Verzahnung der vom Führerstande kommenden Stange s eingreift. Durch Verschiebung dieser Stange in der Längsrichtung der Lokomotive tritt Verschiebung der Muffe m nach ihrer Achse und gleichzeitig der Büchse b ein, somit die zur Füllungsveränderung und Umsteuerung erforderliche Verdrehung der zweimittigen Scheibe a. Die Bewegung der auf jeder Lokomotivseite vorhandenen Stange s erfolgt vom Führerstande aus mittels des üblichen Händels und der unter dem Führerstande liegenden Steuerwelle.

Der Vorteil dieser Umsteuerung liegt in der Verminderung der Zahl der Teile etwa auf die Hälfte derjenigen der üblichen Schwingenumsteuerungen, der Möglichkeit des staubdichten Abschlusses aller Teile und der mit Rücksicht auf die Länge der Stangen und ihre ziemlich wagerechte Lage fast vollständigen Behebung des sonst auf die Dampfverteilung stark wirkenden Einflusses des Federspieles der Achsen. Auch fallen bei dem Verhältnisse: gröfste Unmittigkeit: Stangenlänge = 50 : 2713 oder 1 : 54 alle merkbaren Einflüsse der endlichen Länge dieser Stange fort.

Der weite Ausbau des Gehäuses fällt auf, weil die sonst sichtbaren äufseren Steuerungsteile fortfallen; das Gehäuse bleibt jedoch weit innerhalb der Umrifslinie und würde bei grofsen Zylindern von diesen gedeckt werden; um an dem Zylinderflansche überhaupt vorbei zu kommen, mufste die Stange bei dieser Lokomotive nach aufsen gekröpft werden. Übrigens hat es keine Schwierigkeit, diese Umsteuerung zwischen den Rädern anzuordnen, auch läfst sich die eine Verzahnung durch Anordnung eines Winkelhebels umgehen.

Die Ventile sind nach der Darstellung des Triebwerkes (Abb. 30 bis 32, Taf. XXXIX) abweichend von der an der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive getroffenen Ausführung liegend angeordnet, und zwar paarweise neben einander. Dadurch ergeben sich kurze Dampfwege und eine gedrungene Bauweise der Dampfzylinder. Die Steuerung der Ventile erfolgt durch die Hubdaumen einer wagerechten Welle, die mittels eines kleinen Kurbelarmes von der Stange der zweimittigen Scheibe in schwingende Bewegung gesetzt wird. Diese Anordnung der Steuerung bietet wesentliche Vorteile, besonders für vierzylindrige Lokomotiven, sofern, wie üblich, die beiden neben einander liegenden Kurbeln um 180° versetzt sind. Im letztern Falle wäre beispielsweise nur die Daumenwelle bis über den nächsten Zylinder zu verlängern, und die Steuerung für eine Lokomotivseite könnte dann mit Leichtigkeit von einer einzigen Verstell-Scheibe aus bewirkt werden. Laden aufsen liegende Niederdruckzylinder zu weit aus, so würde man die Hebel auf der Hubdaumenwelle nach oben stellen und die erforderliche Bewegung von der Stange der zweimittigen Scheibe aus durch einen Übersetzungshebel ableiten.

Zwischen den beiden hier beschriebenen Steuerungs- und Ventilanordnungen läfst sich eine Reihe von Vereinigungen schaffen. Die Anordnung an der $^2/_5$ gekuppelten Lokomotive würde sich vielleicht besonders für den Umbau vorhandener Lokomotiven eignen, während die zweite mehr für den Bau neuer Lokomotiven pafst.

*) Organ 1903, S. 150.

Das Hauptbedenken, welches man anfänglich gegen die Anwendung einer Ventilsteuerung für Lokomotiven in Fachkreisen hegte, dafs sie sich nicht für die im Lokomotivbetriebe vorkommenden hohen Umdrehungszahlen eigne, ist durch die ausgeführten Versuche als unzutreffend erwiesen. Die preufsische Staatsbahnverwaltung hat sich daher bereits entschlossen, auch die von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft ursprünglich für eigene Rechnung gebaute $^3/_3$ gekuppelte Tender-Lokomotive zu übernehmen. Auch ist die Eisenbahndirektion Berlin vom Minister beauftragt, in Einvernehmen mit diesem Werke Entwürfe zur Ausführung der Ventilsteuerung nach Lentz für verschiedene Arten Heifsdampflokomotiven aufzustellen. Ferner hat die Gutehoffnungshütte eine schmalspurige $^2/_2$ gekuppelte Tenderlokomotive von 50 P. S. bei dem genannten Werke in Auftrag gegeben.

Die Hauptabmessungen dieser mit Pielock-Überhitzer ausgerüstete Lokomotive sind folgende (Abb. 33, Taf. XXXIX):

Spurweite	732 mm
Zylinderdurchmesser d	210 »
Kolbenhub h	300 »
Raddurchmesser D	600 »
Achsstand	300 »
Dampfdruck p	12 at
Rostfläche R	0,6 qm
Heizfläche: Feuerbüchse:	1,7 »
Rohre:	10.84 »
Überhitzer:	4,70 »
Im ganzen	10,24 qm
Wasserinhalt	1 280 l
Kohlenraum	400 kg
Leergewicht	7 200 »
Dienstgewicht	3 700 »

Die eisernen Heizrohre dieser Lokomotive sind, soweit sie im Überhitzer liegen, mit nahtlosen, etwa 0,4 mm starken Messingmänteln überzogen, um den bisweilen beobachteten Rosterscheinungen vorzubeugen.

In Abb. 34, Taf. XXXIX ist die Steuerung dargestellt; Abb. 35 und 36, Taf. XXXIX zeigen die Erhebungslinien für die Ein- und Auslafs-Ventile. Der Ventilhub beträgt nur 5,5 mm, der Weg der Hubbügelstange bei

20 % Füllung	33,5 mm
40 %	37,0 »
60 %	46,0 »
77 %	59,0 »

Also ergaben sich bei nicht besonders grofsem Hube der Daumenstangen sehr günstige Ventileröffnungen.

Erwähnt sei noch, dafs als Regler der bekannte Strnadsche entlastete Rohrschieber und als Stopfbüchse die im Dampfmaschinenbaue verwendete Lentzsche Metallstopfbüchse Verwendung gefunden haben. Letztere besteht nach Abb. 37, Taf. XXXIX aus einer Reihe genau auf den Durchmesser der ebenfalls geschliffenen Kolbenstange geschliffener, gufseisener Dichtungsringe, zwischen denen durch eine zweite Reihe von Ringen Zwischenräume gebildet werden. Der durch dieses Labyrinth dringende Niederschlag wird durch eine besondere Bohrung im Flansche abgeführt.

Auf den ersten Blick fällt auf, dafs diese ersten Ausführungen von Ventilsteuerung an Lokomotiven sofort vollen Erfolg zeitigten, und dafs sich trotz des beinahe einjährigen Betriebes der ersten Lokomotive kein Anlafs zu irgend einer baulichen Änderung in der Ausführung der Einzelteile oder Anordnung ergeben hat. Dies hat jedoch darin seinen Grund, dafs es sich eigentlich nicht um Neuerungen handelte, sondern nur um Übertragung einer im Dampfmaschinenbaue bereits seit Jahren bewährten Steuerung auf die Lokomotive. Auch die Lentz-Umsteuerung ist bereits vor Jahren für Fördermaschinen ausgeführt.

Daher ist zu erwarten, dafs sich die Lentz-Ventil-Steuerung bei dem heutigen Streben nach Vervollkommnung der Lokomotive in wirtschaftlicher Beziehung im Lokomotivbaue dasselbe Feld erobern wird, das sie im Dampfmaschinenbaue schon besitzt.

Die Bahnhofanlagen der Illinois-Zentral-Bahn in Neu-Orleans.

Von Dr.-Ing. O. Blum, Regierungs-Baumeister in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel XLI.

Die Bedeutung von Neu-Orleans, das mit etwa 300000 Einwohnern die gröfste Stadt der Vereinigten Staaten südlich von St. Louis ist, liegt in seiner hervorragend günstigen Lage 170 km nördlich von der Mündung des Mississippi, der bis Neu-Orleans genügende Tiefe für Seeschiffe hat. Die Stadt ist Handelsplatz für das ungeheure Ackerbaugebiet der Täler des Mississippi und seiner Nebenflüsse; sie hat als Ausgangspunkt wohl das ertragreichste Hinterland der ganzen Welt. Die Ausfuhr, deren Wert jetzt etwa 600 Millionen jährlich beträgt, besteht in Zucker, Reis, Wolle, Häuten, Tabak und vor allem in Baumwolle. Neu-Orleans ist mit Liverpool und Bombay zu den gröfsten Baumwollplätzen der Welt zu rechnen. Die Einfuhr von jährlich etwa 360 Millionen M. besteht in Früchten aus dem tropischen Mittel- und Südamerika, besonders in Bananen, die von hier aus in ungeheuren Mengen das mittlere Gebiet der Vereinigten Staaten überfluten. Die Gewerbetätigkeit ist ziemlich bedeutend und umfafst hauptsächlich die Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse.

Der vierte Teil der Bevölkerung von Neu-Orleans sind «coloured people», Neger und deren Mischlinge, die sich hier wie im ganzen Süden der Vereinigten Staaten in einer sehr unterdrückten Lage befinden und als Menschen zweiter Klasse behandelt werden, was übrigens in Faulheit, Trunksucht, geringen Geistesgaben und moralischer Minderwertigkeit bis zu gewissem Grade begründet ist.

Die Stadt liegt in 30° auf derselben Breite wie Kairo und hat ein subtropisches Klima, das zwar eine herrliche Pflanzenwelt entstehen läfst, aber bei der sumpfigen Umgebung



sehr ungesund ist. Dies wird noch dadurch verschlimmert, dafs der gröfste Teil des Stadtgebietes unter dem Hochwasser des Mississippi liegt, gegen das sie durch einen die Uferstrafse bildenden Damm, die Levée, geschützt ist.*)

Neu-Orleans ist der südlichste Endpunkt der Illinois-Zentral-Bahn, die von hier aus in zwei Linien das Mississippi-Tal durchzieht und den Süden der Vereinigten Staaten mit St. Louis, Chicago, dem Gebiete der grofsen Seeen und dem Grofsgewerbebezirke von Pennsylvanien verbindet. Die Bahn beherrscht damit den gröfsten Teil des Ein- und Ausfuhr-Handels von Neu-Orleans.

Die beiden Linien der Illinos-Zentral-Bahn vereinigen sich vor der Stadt zu einer zweigleisigen Bahn, die von Nordwesten in das Stadtgebiet eindringt und zwar mit 8 km Länge in Strafsenhöhe; doch ist das Gebiet gröfstenteils noch nicht bebaut, vielfach sind nicht einmal die Strafsen angelegt. Diese Linie dient dem Personen- und Güter-Verkehre. Der Personenbahnhof liegt nach Abb. 1, Taf. XLI etwa 2 km von dem die Stadt südlich in einem Halbkreise umziehenden Flusse und etwa 1,5 km von dem weiter östlich liegenden Geschäftsviertel entfernt. Vom Personenbahnhofe führt eine eingleisige, mitten in den Strafsen liegende Verbindungsbahn zu dem Ortsgüter- und Hafenbahnhofe, der sich auf der »Levée« an dem Ufer des Flusses hinzieht.

Im Nordwesten aufserhalb der Stadt liegt ein grofser Verschiebebahnhof, der zum Ordnen der nach den verschiedenen in der Stadt liegenden Verladestellen bestimmten Güterwagen und zum Zusammenstellen der von Neu-Orleans abgehenden Güterzüge bestimmt ist. An dem Verschiebebahnhofe zweigt aus der Illinois-Zentral-Bahn die Süd-Pacific-Bahn ab, die in der Stadt dieselben Gleise und den Bahnhof mitbenutzt und weiter aufserhalb den Mississippi mittels einer Fähre kreuzt. Die anderen in Neu-Orleans einmündenden Eisenbahnen stehen zwar mit der Illinois-Zentral-Bahn in Verbindung, spielen aber für unsere Betrachtungen keine Rolle. Die wichtigsten Verbindungslinien zwischen den verschiedenen Bahnhöfen der Stadt ist eine am Mississippi auf der Levée entlang führende Linie, die ganz in Strafsenhöhe liegt und viele in die Querstrafsen führende Anschlüsse mit Aufstell- und Ladegleisen hat; von Wegeschranken und Absperrungen ist dabei nicht die Rede, Lokomotiven, Menschen, Personenzüge, Radfahrer, Güterwagen, Maulesel, Strafsenbahnwagen treiben alle zusammen in buntem Durcheinander umher.

Der Personenbahnhof hat nach Abb. 2 und 3, Taf. XLI Kopfform und ist in Bezug auf die Zahl der Bahnsteiggleise für den Verkehr von drei Linien mit zusammen nur 26 Personenzügen recht reichlich ausgestattet. Er liegt an der Seite eines zum Teil zugeschütteten Kanales in Strafsenhöhe und wird am nördlichen Ende der Bahnsteighalle von einer über alle Gleise in Schienenhöhe hinwegführenden Strafse gekreuzt(!).

Das Empfangs-Gebäude liegt nach Abb. 3, Taf. XLI vor Kopf und ist durch die Rücksichtnahme auf die Hitze und die farbige Bevölkerung recht bemerkenswert. Von dem zweistöckigen Gebäude nimmt das in Strafsenhöhe liegende Erdgeschofs die für die Reisenden und die Zugabfertigung bestimmten Räume auf. Es enthält hier die grofse überdachte Halle, die sich an der ganzen Vorderseite entlang zieht und die dahinter liegenden Räume gegen die unmittelbare Sonnenbestrahlung schützt. Dies ist eine in den Tropen und Subtropen häufig anzutreffende Bauart, die sich sehr häufig auf den Eisenbahnen Indiens und regelmäfsig an den Gasthöfen Javas findet. Von der Seite her schützen der Treppenaufgang an dem einen und Nebenräume an dem andern Hügel die Haupträume gegen die Sonne. An der Rückseite ist eine besondere Vorhalle nicht nötig, da die Bahnsteighalle bis an das Gebäude heranreicht. Den wichtigsten Raum bildet die in Amerika allgemein übliche grofse Wartehalle*), in der die Abfertigung der Reisenden vor sich geht; von ihr sind die Schalter für Fahrkarten und Telegraph und die Verkaufstände für Zeitungen und Erfrischungen unmittelbar zugänglich. Über der Wartehalle liegen ein Raum für Frauen und einer für Raucher, in allen übrigen Räumen ist das Rauchen verboten, und die von diesen Nebenräumen aus zugänglichen Aborte. Die Diensträume trennen den Warteraum für die Farbigen von den übrigen Räumen ab, denen bei gesetzlicher und Polizei-Strafe das Betreten der nicht besonders für sie bestimmten Räume verboten ist. In den Südstaaten des Landes der Freiheit und Gleichheit südlich vom Ohio haben die Neger und ihre Mischlinge in den öffentlichen Gebäuden ihre besonderen Räume und im Eisenbahn- und Strafsenbahn-Verkehre abgesonderte Abteile, ein Zeichen der Verachtung, der sie nicht mit Unrecht seitens der herrschenden Weifsen ausgesetzt sind.

Um den Fufsboden möglichst kühl zu halten, ist er nicht aus Holz, sondern aus Zement gebildet; Windfänge fehlen, alle Türen stehen vielmehr ständig weit offen, um den kühlenden Luftzug durchzulassen; an Heizeinrichtungen sind nur offene Kamine für die wenigen kühleren Wintertage vorhanden.

Das obere Stockwerk des Empfangsgebäudes wird von Diensträumen der Verwaltung eingenommen. Die die einzelnen Zimmer trennenden Zwischenwände sind hier nicht bis zur Decke durchgeführt, sondern reichen nach einer in den Treppen häufig zu findenden Bauweise nur bis zu halber Höhe, sodafs der Luftzug durch das ganze Gebäude streichen kann.

An das Kopf-Gebäude stöfst ein Seiten-Längs-Bau an, der die Schuppen für die Lagerung und Verladung des Reisegepäcks und des in Amerika von den Exprefs-Gesellschaften in den eigenen, in die Personenzüge eingestellten Wagen beförderten Eilgutes enthält. Zur Verladung dieser Güter dient Gleis 1, neben dem auch ein Ladesteig, wie vor unseren Güterschuppen, angeordnet ist; von Personenzügen wird dies Gleis, das keinen Bahnsteig hat, nicht benutzt.

Die Bahnsteige liegen, wie meist in Amerika, in Schienenhöhe und sind mit Holz abgedielt; eine feste Abgrenzung zwischen Gleis und Bahnsteig ist nicht vorhanden. Der etwa 11 m breite Kopfbahnsteig, zu dem zahlreiche Türen von dem Empfangsgebäude führen, ist nach amerikanischer Sitte durch ein Gitter geteilt, in dem die Bahnsteigsperren angeordnet sind.

*) Wie sumpfig der Untergrund von Neu-Orleans ist, geht daraus hervor, dafs die Toten nicht in Gräbern unter der Erde beigesetzt, sondern in aufgeworfenen Hügeln bestattet werden.

*) Organ 1898, S. 214; 1895, S. 247; 1898, S. 147.

Obwohl das Gitter noch zwischen Gleis 9 und 10 durchgeführt ist, wird dadurch keine unbedingte Absperrung erzielt, denn die die Gleise am Ende der Bahnsteighalle kreuzende Querstrafse ist nicht abgesperrt. Die Fahrkarten werden daher auch regelmäfsig während der Fahrt nochmals geprüft.

Die Bahnsteighalle besteht über den Gleisen aus der in Abb. 4, Taf. XLI dargestellten, dreischiffigen Halle, die der Lüftung halber an den Seiten nicht geschlossen ist; noch besser für das heifse Klima wären wohl die jetzt auch in Amerika selbst für grofse Bahnhöfe immer mehr ausgeführten Einzelüberdachungen der Bahnsteige. Die Halle ist mit Wellblech eingedeckt, das grade über den beiden mittleren Bahnsteigen durch Glas ersetzt ist. Diese Glaseindeckung einer Hohlkehle hat kein Bedenken, da es keinen Schnee gibt. Zur Längsversteifung dienen die aus Abb. 5, Taf. XLI erkennbaren, über den Säulenreihen liegenden Gitter-Längsträger. Der Kopfbahnsteig ist nach Abb. 5, Taf. XLI mit einer teilweise verglasten Querhalle überdacht, die von beiden Seiten nach den in der Mitte stehenden Säulen fällt, sodafs das Wasser der ungemein heftigen subtropischen Regengüsse vom Gebäude fortgeleitet wird.

In der Gleisanlage sind einzelne Punkte bemerkens-, aber nicht nachahmenswert. Die Zahl der Bahnsteiggleise ist, selbst wenn man mit einem sehr stark wachsenden Verkehre rechnet, zu grofs. Dagegen fehlen besondere Aufstellungsgleise für die Personenzüge und die Bereitschaftswagen, diese müssen daher auf den Hallengleisen aufgestellt, nachgesehen und gereinigt werden. Abgesehen von den dadurch entstehenden Belästigungen der Reisenden ist es wirtschaftlich unrichtig, an Abstellgleisen zu sparen und dafür die Bahnsteiggleise zu vermehren, da diese mehr Platz und eine Überdachung fordern und dadurch bedeutend teuerer werden, als gewöhnliche Betriebsgleise.

Sodann ist die in den Bahnhof mündende zweigleisige Bahn kurz vor der Weichenentwickelung an der in Abb. 2, Taf. XLI mit y bezeichneten Stelle auf ein ganz kurzes Stück ohne irgend einen zwingenden Grund in ein Gleis zusammengezogen. Bei dieser in Amerika nicht selten zu beobachtenden Engpafsbildung*), die den Zweck hat, möglichst viele Zugfahrten durch einen kleinen Stellwerkbezirk mit sehr vielen Weichen und bester Übersichtlichkeit zu decken, und so sehr kurze Zugfolgen zu ermöglichen, ist also die gleichzeitige Ein- und Ausfahrt zweier Züge unmöglich, obwohl diese Zugfahrten in den Bahnsteiggleisen und auf der freien Strecke ganz unabhängig voneinander sind. Derselbe Engpafs zeigt sich in der Verbindung mit dem Ortsgüter- und Hafen-Bahnhofe, die wenigstens zwischen der freien Strecke und den Gleisen 10 und 11, also auf die Länge x—y (Abb. 2, Taf. XLI) zweigleisig sein sollte.

Der Ortsgüterverkehr wird gemeinsam mit einem grofsen Teile des Umschlagverkehres in einem Güter- und Hafenbahnhofe mitten in der Stadt am Ufer des Mississippi abgewickelt, der in Abb. 6, Taf. XLI dargestellt ist.

Der Bahnhof nimmt eine Reihe von Baublöcken ein und wird kreuz und quer von öffentlichen Strafsen durchschnitten. Obwohl diese fast ganz ausschliefslich als Zufuhr und Ladestrafsen für den Eisenbahnverkehr dienen, so dürfen sie doch dem öffentlichen Verkehre nicht entzogen werden, und die Eisenbahn kann daher ihren Bahnhof nicht absperren. Sehr ungünstig ist die Verbindung mit den übrigen Bahnhofsanlagen der Illinois-Zentral-Bahn, besonders dem oben erwähnten äufsern Verschiebebahnhofe**), nach dem Vicepräsidenten der Bahngesellschaft Harrahan-Yard genannt, der die Wagen aus und nach dem Güterbahnhofe zu ordnen hat. Die Überführungszüge benutzen von dem Verschiebebahnhofe aus die beiden Personenzug-Hauptgleise bis zu dem Kopfbahnhofe. Hier zweigen sie zunächst in die Abb. 2, Taf. XLI zu ersehenden und zur vorübergehenden Aufstellung von Güterzügen dienenden Gleise 10 und 11 ab. Von diesen führt eine etwa 2 km lange eingleisige Verbindung mitten in einer Strafse zu dem Güterbahnhofe. Dieses Verbindungsgleis dient aber nicht nur zur Überführung der Züge, sondern mufs aufserdem ständig zum Verschieben benutzt werden, da es wegen der eigentümlichen Gestaltung des Ortsgüterbahnhofes dessen wichtigstes Ausziehgleis ist. Eine Verdopplung des überlasteten Gleises ist von den städtischen Behörden bisher nicht erlaubt worden.

Wenn wir bei der Beschreibung der Güter- und Hafen-Bahnhofsanlagen von Westen, von der Stadtseite her beginnen, so finden wir zunächst grofse Schuppen für den Verkehr der angekommenen Güter. Diese sind der dauernden Wärme entsprechend zum Teil nur mit leichter Überdachung ausgeführt und durch die drei Querstrafsen von einander getrennt. Eigentliche Ladestrafsen für das Strafsenfuhrwerk sind nicht vorhanden, als deren Ersatz dient die öffentliche und für den Stadt-Verkehr sehr wichtige Front-Strafse, die aufserdem noch fast durchweg mit drei Eisenbahngleisen belegt ist, aus denen zahlreiche Anschlüsse zu den Nachbargrundstücken abzweigen.

Auf die Empfangschuppen folgt eine Reihe von drei Versandschuppen, von denen zwei seitlich offen, also nur überdachte Laderampen sind. Diese drei Schuppen haben nach Abb. 7, Taf. XLI jeder eine innere in keiner Weise befestigte Ladestrasse, die etwa 40 cm höher liegt als die Querstrafsen und 60 cm tiefer als die Ladebühne, und durch hohes Seitenlicht gute Beleuchtung erhält. Dem Dache fehlt ein ordentlicher Längsverband; es wird aufser den Pfosten und den doppelten Längszangen nur aus den die Dachschalung unmittelbar tragenden Platten gebildet, die gemäfs Abb. 7, Taf. XLI, Schnitt g—h, in der in Amerika üblichen Weise aus hochgestellten und durch Stakung versteiften Bohlen bestehen.

An die Versandschuppen reihen sich vier, durch eine Freiladestrafse unterbrochene grofse offene Hallen mit dem in Abb. 8, Taf. XLI dargestellten Querschnitte und ziemlich unregelmäfsigem Grundrisse. Diese Hallen werden während des gröfsten Teiles des Jahres nicht benutzt, können aber in der Zeit nach der Baumwollenernte die hier zu lagernden und zu verladenden Ballen kaum fassen.

Zunächst dem Flusse und in diesen zum Teil hineingebaut liegen die Anlagen für den Verkehr von Gemüsen und Früchten. Hier befindet sich eine offene Ladestrafse für den Kartoffelverkehr und eine in Abb. 9, Taf. XLI dargestellte Halle mit inneren überdachten Gleisen für die Verladung von Gemüse.

*) Organ 1895, S. 169.

**) Organ 1900, S. 19.

Besondere Beachtung verdienen die Einrichtungen für den Umschlagverkehr in Südfrüchten, Bananen und Cocosnüssen, die von Mittel- und Süd-Amerika zu Schiffe bis Neu-Orleans gebracht werden, um hier auf die Eisenbahn überzugehen. Vor allem ist der Bananen-Verkehr der Illinois-Zentral-Bahn sehr bedeutend; für ihn sind besondere Züge mit Sonderwagen eingerichtet, die mit gröfster Beschleunigung ohne Umordnung geschlossen bis Chicago auf rund 1500 km durchgeführt werden; andere Züge gehen nach St. Louis und nach den östlichen Bezirken am Ohio.

Die Entladung der Schiffe und Beladung der Eisenbahnwagen geht mit einer bewunderungswürdigen Schnelligkeit vor sich. Während unserer Anwesenheit wurde aus einem Schiffe gleichzeitig aus drei Lucken ausgeladen, aus der vordern und hintern wurden die gewaltigen Fruchtköpfe mit der Hand heraus gereicht, für die mitteren war ein Bagger aufgestellt, dessen Becher zum Schutze der Früchte aus Segeltuch bestanden. Oben rutschten die Fruchtköpfe über eine mit Segeltuch bespannte Fläche auf eine grofse, etwa 1,3 m über dem Fufsboden liegende Matte ab. Hier bestimmte ein auf einer Art Kanzel stehender Mann je nach dem Grade der Reife den Bestimmungsort, worauf sie durch Arbeiter in die auf den drei Gleisen bereit stehenden Wagen für die verschiedensten Stationen verladen wurden. Während der Verladung, die für jeden Fruchtkopf vom Verlassen des Schiffes bis zum Einladen in den Eisenbahnwagen nur wenige Minuten in Anspruch nahm, wurden von hierfür besonders angestellten Leuten alle angefaulten Stücke ausgebrochen. In vier Stunden wurde so von 200 Mann die Ladung eines Seeschiffes entladen, besichtigt, gesichtet und in 65 Eisenbahnwagen eingeladen, von denen jeder mindestens 25 t fafste.

Von den weiteren Anlagen des Güterbahnhofes sind noch eine Halle zur Verladung von Fleisch und die Gleise für ausbesserungsbedürftige Wagen zu nennen. Bemerkenswert und bedingt durch den hohen Grundwasserstand ist die 60 cm erhöhte Anordnung des Wiege-Gleises zur Entwässerung des Wägewerkes. Es ist beiderseits angeschlossen, eine sehr zweckmäfsige Anordnung, der leider bei uns nicht immer die notwendige Sorgfalt gewidmet wird.

Da dieser Güterbahnhof für den ganzen Umschlagverkehr der Illinois-Zentral-Bahn bei weitem nicht ausreicht, so ist etwa 4 km flufsaufwärts ein zweiter grofser Hafenbahnhof geschaffen worden, der nach dem Präsidenten der Bahn Stuyvesant Fish den Namen Stuyvesant-Docks erhalten hat. Mit dem Ortsgüterbahnhof ist er durch die auf der Levée entlang führende Bahn verbunden, die aber auch von anderen Eisenbahn-Gesellschaften benutzt wird; aufserdem ist er durch eine aufsen um die Stadt herum führende Verbindungsbahn an den Verschiebebahnhof angeschlossen. Die Stuyvesant-Docks sind grofse, am Ufer sich hinziehende Schuppen, deren Lage zu den Gleisen und zum Flusse aus Abb. 10, Taf. XLI zu ersehen ist. Auf den Verkehr von Landfuhrwerk ist sehr wenig Rücksicht genommen, da sich der Verkehr fast ganz im Umschlage zwischen Eisenbahn und Schiff abspielt. Den Schuppen, von denen Abb. 11, Taf. XLI einen Querschnitt zeigt, fehlt wieder jeglicher Längsverband; sie sind in den Teilen, in denen nur geringwertige Güter lagern, seitlich offen oder nur durch Matten abgeschlossen. Abseits vom Flusse, von diesem durch die Lagerschuppen und zahlreiche Aufstellgleise getrennt, liegen zwei gewaltige Getreidespeicher, die mit dem Ufer und den Schiffen durch hohe, über alle anderen Anlagen hinwegführende und die Maschinen zur Beförderung des Getreides enthaltende Brücken verbunden sind.

Bei allen Güteranlagen fällt auf, dafs sie äufserst feuergefährlich sind. Die Beamten sind sich über diese Gefahr auch gar nicht im Zweifel, und die Löscheinrichtungen sind daher sehr sorgfältig durchgebildet; sehr hohe Wassertürme sorgen für den zum Löschen erforderlichen Druck, selbsttätige Notsignale und selbsttätige wassergebende Feuerhähne sind reichlich vorhanden, auch ist eine besondere Feuerwache ständig in Dienst.

Wenn die Feuergefährlichkeit und manche anderen noch recht einfachen Einrichtungen die Anlagen auch weit entfernt von dem Zustande erscheinen lassen, den wir von unseren Bahnhöfen erwarten, so darf man doch nicht vergessen, dafs die zuerst geschaffenen Anlagen möglichst billig hergestellt werden mufsten, weil sie bestimmt waren, den noch nicht vorhandenen Verkehr erst zu wecken, und dafs dann die Fortentwicklung dem riesenhaft anwachsenden Verkehre bei der unglücklichen, in das Strafsennetz eingekeilten Lage nicht mit gleicher Schnelligkeit folgen konnte.

Über einige Anordnungen der Blockwerke und Stellwerksteile zum Ersatze der Hebel- und Unterweg-Sperre bei den Stellhebeln der Ausfahrsignale in Stationen.

Von **R. Edler**, Ingenieur, Professor der Elektrotechnik am k. k. Technologischen Gewerbe-Museum in Wien.

(Schlufs von Seite 209.)

Beispiel der Handhabung.

Für das Zusammenwirken der einzelnen Teile und die Vorgänge an den Blockwerken ergibt sich nach den vorliegenden Erklärungen nachstehende Übersicht, welche mit Bezugnahme auf Textabb. 4 für eine Ausfahrt angegeben werden möge:

Ruhelage der Blockfenster: A weifs, Fr rot, T_2 weifs.

1. Station: Der Fahrstrafsenknebel wird für das betreffende Gleis, etwa II, eingestellt und der Wecktaster t_1 gedrückt, wodurch im Stellwerke die Gleisnummer auf a_{II} vorfällt und der Wecker W_2 ertönt.
2. Station: Der Beamte drückt T_1, A—Fr, und sendet Wechselströme von C_1 über m_1 nach m_2 und dann zurück nach K_1; A und Fr werden verschlossen, und der umgelegte Fahrstrafsenknebel der Station wird verriegelt; z und s sind nach beendeter Blockung geschlossen, während der Widerruf-Knebel WK bewegt werden könnte.
   Blockfenster: A rot, Fr weifs.
3. Stellwerk: Der Wärter stellt die Fahrstrafse für Gleis II und verriegelt sie mechanisch durch Umlegen des Fahrstrafsenknebels; dadurch wird der Druckknopf T_4



frei. Der Wärter drückt nun T_4 und dreht die Induktorkurbel, so dafs Wechselströme auf folgendem Wege fliefsen: Von C_2, dem Induktor, über T_4, m_4, über den umgelegten Fahrstrafsenknebel in die Leitung l_{II} und zum Stationsblockwerke, dort über den gleichfalls umgelegten und durch Fr gesperrten Fahrstrafsenknebel nach s und z, und weiter in die Leitung l_0, um dann im Stellwerke zum Induktorkörper K_2 zurück zu gelangen. Die Erdrückleitung ist dabei von K_2 ganz abgeschaltet.

Solange T_4 gedrückt ist, kann der umgelegte Fahrstrafsenknebel nicht bewegt werden; vorzeitiges Loslassen von T_4 ist aber ungefährlich, weil dann das Signal noch verschlossen bleibt; es kann dann T_4 anstandslos nochmals gedrückt werden, weil ja keine Sicherheitsklinke vorhanden ist, um die Auflösung des Signalverschlusses S zu beendigen; die hochspringende Riegelstange von S sperrt aber den umgelegten Fahrstrafsenschieber früher, als sie den Verschlufs des Signalhebels oder Signal-Knebels frei gibt. Wird T_4 jetzt losgelassen, so bleibt doch der Fahrstrafsenschieber nebst dem Fahrstrafsenknebel durch die hochgegangene Sperrstange des Signalverschlufsfeldes S dauernd gesperrt.

Sollte aber diese Sperrstange von S zufälligerweise stecken geblieben sein, so wird zwar die Fahrstrafse nicht gesperrt, aber dafür bleibt das Signal noch verschlossen.

4. Stellwerk: Der Wärter legt den Signalknebel und den Signalhebel nach dem Freiwerden des Signalverschlufsfeldes S um, so dafs der Zug das Fahrsignal erhält.

5. Bei der Ausfahrt des Zuges wird in bekannter Weise durch die letzte Achse das Gleichstrom-Sperrfeld Sp ausgelöst, das schwarze Blockfenster wird weifs, so dafs also die elektrische Druckknopfsperre beseitigt ist.

   Dadurch wird aber auch die Kuppelbatterie und zugleich die Auslösebatterie unterbrochen, so dafs das Signal auf »Halt« zurückfällt, vorausgesetzt, dafs es nicht schon vorher vom Stellwerkswärter mittels des Stellhebels zwangläufig in die »Halt«-Stellung gebracht wurde.

6. Stellwerk: Der Wärter legt den Signalhebel auf »Halt« zurück, wodurch die Hebelstellung mit der Stellung des Signalarmes wieder in Einklang gebracht wird. Dem Wächter wäre es jetzt aber nicht mehr möglich, das Signal wieder auf »Fahrt« zu ziehen, weil der Kuppelstrom im Sperrfelde unterbrochen bleibt. Er mufs daher den Doppeltaster T_3, S—Sp, drücken, der aber wegen des Selbstverschlusses des Signalfeldes S erst dann wieder in seine obere Ruhelage zurückkehren kann, wenn der Blockverschlufs in S vollständig beendet ist.

   Die mechanische Unterweg- und Hebel-Sperre ist also überflüssig geworden. Wenn nun der Wärter beim Drücken von T_3, S—Sp, die Induktorkurbel dreht, so fliefsen die Wechselströme einerseits von K_2, dem Induktor, durch L' über den Umschalter u in der Station, in die Leitung L, um im nächsten Streckenblocke durch den Vormeldeblock zur Erde abzufliefsen, anderseits gehen sie aber von C_2, dem Induktor, in die Leitung SL und in das Stationsblockwerk, wo sie durch m_2 über den Tellerstromschliefser und zwar zunächst über α β zur Erde abfliefsen; dadurch wird Fr frei, das Blockfenster verwandelt sich von weifs wieder in rot, und zugleich wird im Streckenblocke das Vormeldefenster die Farbe wechseln. Sobald dann aber die Sperrstange von Fr hochgegangen ist, und dabei den Fahrstrafsenknebel im Stationsblockwerke wieder freigegeben, zugleich aber auch den Zustimmungsstromschliefser z wieder unterbrochen hat, wird α β unterbrochen und dafür α γ geschlossen, so dafs der von C_2 ausgehende Strom über SL, m_2, α, γ in die Leitung L_0 gelangt, um dann im Stellwerke über m_4, das Blockfeld S, zur Erde E_2 abzufliefsen; daher läuft jetzt auch der Rechen des Signalfeldes S nach unten, das Fenster wird rot, so dafs der Fahrstrafsenschieber im Stellwerke nach Loslassen der Doppeltaste T_3, S—Sp, wieder frei wird, der Signalschieber dagegen durch S gesperrt bleibt. Dabei hat auch Sp die Farbe gewechselt und die Ruhelage erreicht. Während des Blockens von S mufs die Druckstange in den Fahrstrafsenschieber eingreifen und diesen festhalten, was in bekannter Weise bewirkt wird.

7. Stellwerk: Der Wärter legt jetzt den Fahrstrafsenknebel in die Ruhelage zurück und bringt auch die Weichenhebel in die Ruhestellung.

8. Station: Der Beamte kann den umgelegten Fahrstrafsenknebel, sobald Fr wieder rot geworden ist, in die Ruhestellung zurück bringen, ist aber nicht in der Lage, das Signal für einen Folgezug freizugeben, weil das Anfangsfeld der Blocklinie A noch verschlossen, also rot ist. Erst bis der soeben abgefahrene Zug vom nächsten Streckenblockposten geblockt ist, wird A frei und weifs, und nun kann wieder eine Ausfahrt für dasselbe oder für ein anderes Gleis angeordnet werden.

Vorgänge beim Widerrufe einer Ausfahr-Erlaubnis.

Die Vorgänge beim Widerrufe einer irrtümlich erteilten Ausfahr-Erlaubnis sind nun leicht zu übersehen.

Der Beamte löst zu beliebiger Zeit, jedenfalls aber nach Bedienung von T_1, A—Fr, also nach erteilter Ausfahr-Erlaubnis und vor erfolgter Abfahrt des Zuges, spätestens aber bevor der Zug das vielleicht schon auf »Fahrt« stehende Signal erreicht hat, das Bleisiegel des Widerrufknebels WK, legt diesen um, wodurch der Schieber WS nach links verschoben und der Widerruftaster T_2 zur Bedienung frei wird. Wird jetzt T_2 gedrückt, so wird zunächst die Kuppelbatterie unterbrochen und dadurch unter allen Umständen das Ausfahrsignal in die »Halt«-Lage gebracht oder in ihr festgehalten; sodann wird die Auslösebatterie geschlossen, und diese sendet dann ihren Strom über die Widerrufklingel zum Elektromagneten m_5 des Sperrfeldes Sp, welches dadurch ausgelöst wird, so dafs die elektrische Druckknopfsperre beseitigt ist.

Dreht nun der Beamte die Induktorkurbel, während er T_2 niedergedrückt hält und dadurch den Widerrufknebel in der umgelegten Lage sperrt, so fliefsen die Wechselströme von C_1



nach m_1 und zurück nach K_1; das Anfangsfeld A wird also frei, das Blockfenster weifs. Der Doppeltaster T_1 ist aber noch gesperrt, weil Fr noch geblockt, das Blockfenster weifs ist. Die hochspringende Sperrstange des Anfangsfeldes A verschliefst aber den Widerrufschieber WS zum zweiten Male, so dafs der Knebel WK und damit auch der Umschalter u in der umgelegten Lage gesperrt bleibt, auch wenn der Beamte den Druckknopf T_2 wieder losläfst.

Der Stellwerkswärter hat mittlerweile von dem erfolgten Widerrufe durch die Klingel Kenntnis erhalten; sollte das Signal schon auf »Fahrt« gezogen worden sein, so ist es mittlerweile durch die Unterbrechung des Kuppelstromes beim Drücken von T_2 auf »Halt« zurückgefallen. Jedenfalls hat aber der Wärter das Klingelsignal »Widerruf« als strengsten Auftrag für die Blockung des Signales aufzufassen. Sollte der Wärter das Signalverschlufsfeld S mittels des Druckknopfes T_4 noch nicht freigemacht haben, so mufs er dies jetzt nachholen, dann aber sofort den Doppeltaster T_3, S—Sp, drücken und das Signalfeld und das Sperrfeld wieder verschliefsen; die Ströme nehmen dabei folgenden Weg: Vom Induktor C_2 über SL nach m_2, dann zunächst über $\alpha\ \beta$ zum Umschalter u des Widerrufknebels und dann über L′ zurück zum Stellwerke nach K_2; sobald Fr frei wird, springt die Sperrstange hoch und schaltet auf $\alpha\ \gamma$ um, so dafs jetzt folgender Stromweg entsteht: von C_2 über SL nach m_2, dann über $\alpha\gamma$ nach L_0, weiter im Stellwerke über m_4 zur Rückleitung oder Erde; anderseits ist aber K_2, der Induktor, über L′ und über den Umschalter u der Station auch an die Rückleitung gelegt.

In die Leitung L zum Streckenblocke kann kein Strom fliefsen, weil der Umschalter u der Station diese Leitung unterbrochen hält; vorläufig darf das Vormeldefeld des Streckenblockes auch noch nicht frei werden, weil der Zug die Station noch nicht verlassen hat.

Da nun der Fahrstrafsenknebel in der Station wieder frei ist, so kann der Beamte jetzt die Einstellung einer neuen Fahrstrafse veranlassen und dann, wie bei einer ordnungsmäfsigen Freigabe, den Doppeltaster T_1, A—Fr, bedienen; ist dann der Verschlufs von A und Fr für die neue Fahrstrafse im Kurzschlusse des Induktors C_1 K_1 durchgeführt, so wird der Widerrufschieber WS beim Loslassen des Druckknopfes T_1 ganz frei und kehrt mit dem Widerrufknebel WK unter dem Einflusse der Feder f in seine Ruhelage zurück. Dadurch wird auch der Druckknopf T_2 wieder gesperrt. An WK wird dann wieder ein Bleisiegel gelegt.

Es sei nur kurz erwähnt, dafs der Beamte allerdings bei der zweiten Bedienung von T_1, A—Fr, ohne Veranlassung, aus Verwirrung oder bösem Willen auch gleichzeitig T_2 drücken könnte; dieser ungehörige Vorgang, der sich irrtümlich wohl kaum ereignen wird, hat aber keine nachteiligen Folgen, bleibt vielmehr wirkungslos, wie man aus Textabb. 4 sehen kann. Der Verschlufs der beiden Blockfelder A und Fr erfolgt eben ganz ungestört, wenn auch T_2 nebenbei gedrückt wird. Übrigens kann man sich gegen eine derartige vorschriftwidrige und böswillige Handlung des Beamten dadurch schützen, dafs man die verlängerten Druckstangen von A und T_2 in einen Schieber eingreifen läfst, welcher das gleichzeitige Drücken von T_1 und T_2 unmöglich macht. Auch im Stellwerke kann man einen derartigen Schieber für die Druckstangen von S und T_4 anordnen; nötig ist dies jedoch nicht, da bei gleichzeitigem Drücken der Doppeltaste T_3, S—Sp, und der Freigabetaste T_4 zum Verschlusse der Fahrstrafse keine Störung in den Stromwegen eintritt, vielmehr der Verschlufs des Signalblockfeldes S in ordnungsgemäfser Weise bewirkt wird.

Die Wecker und Wecktasten.

Die Wecktaste t_1 dient im Stationsblockwerke im Vereine mit dem Gleisanzeiger a_{II}, a_{III}, a_{IV}, a_V und dem Wecker W_2 im Stellwerke zur Ankündigung der betreffenden Fahrstrafse; man kann statt des Gleisanzeigers auch ebenso viele Wecker verwenden, wie Fahrstrafsen vorhanden sind. Sobald nun der Stellwerkswärter den richtigen Fahrstrafsenknebel umgelegt hat, ist der Wecker W_2 von der Fahrstrafsenleitung, etwa l_{II}, getrennt, und nun könnte der Beamte das Stellwerk nicht mehr anläuten. Um dies zu jeder Zeit möglich zu machen, kann man im Stationsblockwerke noch einen zweiten Wecktaster t_3 anordnen, welcher den Strom auf einer besondern Weckerleitung zum Wecker W_2 führt. Dann dient t_3 für alle Weckersignale, die von der Station an das Stellwerk abgegeben werden, um den Wärter zu den einzelnen Verrichtungen am Stellwerke zu veranlassen, während mit t_1 nur die Anzeige der betreffenden Fahrstrafse bewirkt wird.

Der Wecktaster t_2 im Stellwerke und der Wecker W_3 im Stationsblockwerke dienen dazu, dem Stellwerkswärter die Möglichkeit zu geben, Weckersignale an die Station zu senden; dazu wird die soeben erwähnte Weckerleitung mitbenutzt.

Ferner mufs noch dafür gesorgt werden, dafs der Streckenblockwärter die Station auch im Falle des Widerrufes einer irrtümlich erfolgten Signalfreigabe bei Blocklinien mit Vormeldung auf der Leitung L anläuten kann; da nun beim Widerrufe die Leitung L mit Hülfe des Umschalters u am Widerrufknebel WK vom Stationsblockwerke abgetrennt wird, so mufs die Leitung L gleichzeitig durch den Stromschliefser u_1, der mit u an WK gekuppelt wird, an Rückleitung gelegt werden; diese Verbindung L-Erde mufs solange bestehen bleiben, als WK umgelegt ist, also bis eine wirkliche Zugausfahrt vorbereitet und nicht mehr widerrufen ist.

Nun ist noch der Stromlauf zu verfolgen, der bei der Bedienung der Fahrstrafsen-Ankündigungstaste t_1 und der Wecktaste t_3 geschlossen wird. Beim Drücken von t_1 geht der Strom von der Gleichstromfeder des Stationsinduktors über die Arbeitsklemme und Achse von t_1 zu dem umgelegten Fahrstrafsenknebel des Stationsblockwerkes, etwa II, dann in die Fahrstrafsenleitung l_{II} und zum Stellwerke, dort durch den Gleismelder a_{II} zum Wecker W_2, dann in die Erde E_2 oder in die Rückleitung und zurück zum Stations-Induktor nach K_1.

Im Stellwerke findet aber der Strom noch einen zweiten Weg, der zwischen a_{II} und W_2 abzweigt und über x zur Klemme y des Wecktasters t_2 führt um über dessen Achse in die Weckerleitung zu gelangen, und dann in der Station über den Wecktaster t_3 und Wecker W_3 den Rückweg zum Induktorkörper K_1 zu finden.

Diese Stromverzweigung, welche bei der Anzeige der Fahrstrafse mit Hülfe des Tasters t_1 den Stellwerkwecker W_2 und zugleich den Stationswecker W_3 ertönen läfst, erscheint vielleicht im ersten Augenblicke nicht zweckmäfsig. Das Mitläuten auf W_3 in der Station hat aber den Wert, dafs der Beamte unzweifelhaft davon Kenntnis erhält, dafs der Fahrstrafsenanzeiger, etwa a_{II}, tatsächlich Strom bekommt, da die Stromverzweigung erst hinter diesem eintritt.

Sobald aber der richtige Fahrstrafsenknebel im Stellwerke umgelegt ist, bleibt das Niederdrücken von t_1 wirkungslos, auch der Wecker W_3 kann dann nicht mehr mitläuten.

Wenn nun der Beamte den Wecktaster t_3 drückt, was immer von Erfolg begleitet ist, wenn nicht zufällig grade der Stellwerkswärter mit dem Wecktaster t_2 zurückläuten will, so geht der Gleichstrom vom Stationsinduktor über t_3 in die Weckerleitung und über t_2 y und x zum Wecker W_2 und dann über die Rückleitung E_2 E_1 zum Induktorkörper K_1 zurück.

Wenn endlich der Stellwerkswärter auf t_2 drückt, so gehen die Gleichströme vom Stellwerksinduktor über t_2 in die Weckerleitung und dann in der Station über t_3 und W_3 zur Erde E_1, um dann von E_2 zum Induktorkörper K_2 zurückzugelangen.

Unter keinen Umständen gehen aber die Weckerströme über die Wechselstromblockwerke, so dafs auch ein möglicherweise am Induktor auftretender Fehler, der die Abgabe von Wechselströmen statt der Gleichstromstöfse verursachen könnte, keine Gefahren durch unbeabsichtigte Auflösung von Verschlüssen nach sich ziehen kann.

Wie man sich an Hand der Schaltungen leicht überzeugen kann, ist auch zufälliges oder böswilliges Abfangen der Wechselströme durch unzeitgemäfses Niederdrücken von Tasten während der Blockungsvorgänge unmöglich; auch das Niederdrücken von Wecktasten, wodurch Störungen beabsichtigt werden könnten, ist erfolglos. Bei den Blocktasten ist die Möglichkeit unzeitigen Drückens schon durch die Kuppelung von A und Fr, sowie von S und Sp sehr weit hinausgerückt. Jedenfalls aber hat im schlimmsten Falle der Versuch des Abfangens der Entblockungsströme nur eine Unterbrechung der Blockungsvorgänge zur Folge, wobei aber durch die bekannte Druckstangensperre, Hülfsklinke, ohne weiteres die nachträgliche Beendigung der unterbrochenen Blockung erzwungen werden kann.

Zum Schlusse mögen das Wesen und die Vorteile der vorgeschlagenen Neuerung mit Bezug auf Textabb. 4 kurz zusammengefafst werden.

Mit der geringsten denkbaren Anzahl von Blockeinrichtungen, Anfangsfeld der Blocklinie und Signalfreigabefeld in der Station, Signalverschlufsfeld und Gleichstromsperrfeld, elektrischer Druckknopfsperre, im Stellwerke, ist unter vollständiger Abhängigkeit des Stellwerkswärters vom Willen des für den Zugverkehr verantwortlichen Beamten nicht nur eine vollkommen sichere Fahrstrafsenfestlegung, sondern auch eine Zurücknahme einer irrtümlich erteilten Ausfahr-Erlaubnis möglich, und zwar zu jeder Zeit, solange der Zug die Station noch nicht verlassen hat.

Die Blockung des Anfangsfeldes der Blocklinie ist durch das Sperrfeld und durch Verwendung von »Halt«-Fall-Signalen erzwungen, ohne dafs die mechanische Unterweg- und Hebel-Endsperre erforderlich wäre; daher läfst sich die Einrichtung erforderlichen Falles auch nachträglich an bestehenden Anlagen anbringen und kann bei allen Bauarten der Stellwerke hinzugefügt werden, ohne dafs an den Stellhebeln etwas geändert werden müfste.

Irrtümliche oder böswillige Handhabungen an den Blockwerken sind entweder unmöglich oder doch unschädlich, und auch bei Störungen an der Gleichstromklemme des Induktors können die Verschlüsse nicht unbeabsichtigt oder böswillig gelöst werden.

Die Vormeldung, Vorblockung, findet nur dann statt, wenn der Zug wirklich in die Blockstrecke einfährt; ein Widerruf kann erst nach Lösung des Bleisiegels bewirkt werden, ist also überwacht.

Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton und ihre Anwendung.

Von **G. Barkhausen,** Professor, Geheimem Regierungsrate in Hannover.

(Schlufs von Seite 224.)*)

VII. Anwendungsbeispiele mit Zahlenrechnung.

Die nachfolgenden Zahlenbeispiele sind so gewählt, dafs sie für das Eisenbahnwesen bedeutungsvolle Aufgaben behandeln, eine möglichst vielseitige Verwendung der mitgeteilten Formeln ergeben und vielfache Hinweise auf für die Ausführung wichtige Umstände zulassen.

VII. A. Volle Verbunddecke.

Eine flache Verbunddecke ist für $p = 400$ kg/qm $= \underline{0{,}04 \text{ kg/qcm}}$ Nutzlast auf zwei gleichlaufenden Tragwänden herzustellen, die $l = 470$ cm Stützweite ergeben. Zunächst soll angenommen werden, dafs es möglich sei, die Decke in beiden Wänden völlig fest einzuspannen. Bei 18 cm geschätzter mittlerer Dicke wird die später nachzuprüfende Eigenlast zu $g = 0{,}01 . 0{,}01 . 0{,}18 . 2400 = \underline{0{,}043 \text{ kg/qcm}}$ bei 2400 kg/cbm Gewicht des Kiesbeton mit Eiseneinlage eingeführt. Das Moment eines 1 cm tiefen Streifens ist mitten für die ganze Last $q = 0{,}04 + 0{,}043 = \underline{0{,}083 \text{ kg/qcm}}$ $M_m = \frac{q l^2}{24} = \frac{0{,}083 . 470^2}{24} = 765 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ und an der Auflagerung $M_a = -\frac{q l^2}{12} = -\frac{0{,}083 . 470^2}{12} = -1530 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$.

Als zulässige Spannungen werden zur Vermeidung grofser Durchbiegungen eingeführt: $s_b = 35$ kg/qcm, $s_e = 1000$ kg/qcm, dementsprechend $E_e = 2100000$ kg/qcm, $E_b = 170000$ kg/qcm, also $n = \frac{2100000}{170000} = 12{,}4$, $m = \frac{1000 . 170000}{35 . 2100000} = 2{,}3$,

*) Berichtigung. S. 227, Zeile 3 von unten mufs statt $\varphi' = \mathfrak{D} = 0$ stehen: $\varphi' = D = 0$.



$m + 1 = 3{,}3, \quad 2 + 3\,m = 8{,}9, \quad r = \frac{35}{1000} = 0{,}035.$ Da es sich um schwache Einlagen handelt, wird $a = 2$ cm gesetzt, um noch sichere Einhüllung zu erzielen.

Die Platte soll ohne Druckeinlagen gebildet werden, Druck hat sie nicht aufzunehmen, also entspricht sie mit $D = \varphi' = 0$ dem Falle IV A. a. α) und liefert für die Mitte:

$x = \sqrt{\frac{6 \,.\, 765}{8{,}9 \,.\, 35}} = 3{,}84$ cm; $h = 2 + 3{,}3 \,.\, 3{,}84 = \underline{14{,}65 \text{ cm}}$

und $\varphi = 0{,}035 \,.\, \frac{3{,}84}{2} = 0{,}067 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$. $\underline{1 \text{ cm}}$ dicke runde Einlagen haben $f = \frac{1^2\pi}{4} = 0{,}785$ qcm, die Teilung dieser Einlagen mufs sein $b = \frac{0{,}785}{0{,}067} = \underline{11{,}7 \text{ cm.}}$

In der Einspannung am Wandauflager wird:

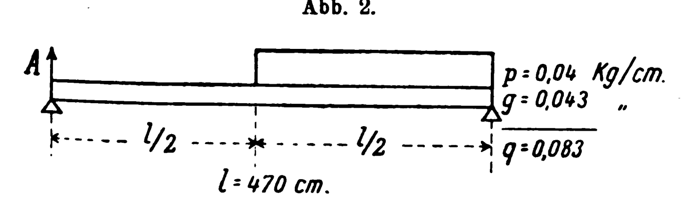
$x = \sqrt{\frac{6 \,.\, 1530}{8{,}9 \,.\, 35}} = 5{,}42$ cm; $h = 2 + 3{,}3 \,.\, 5{,}42 = \underline{19{,}9 \text{ cm}}$;

$\varphi = 0{,}035 \frac{5{,}42}{2} = 0{,}095 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$, sodafs die Teilung der $\underline{1 \text{ cm}}$ dicken Einlagen hier $b = \frac{0{,}785}{0{,}095} = \underline{8{,}3 \text{ cm}}$ wird. Diese Teilung ist entweder unter zu starkem Eisenaufwande ganz beizubehalten, oder es sind an den Einspannrändern Eisen zwischen die der Teilung von 11,7 cm einzulegen, die etwa im Viertel der Spannweite umgebogen werden und aufhören.

Die durchschnittliche Dicke der Decke ist kleiner, als $\frac{14{,}65 + 19{,}9}{2} = 17{,}275$ cm, also ist das Eigengewicht reichlich hoch eingeführt.

Die gröfste Querkraft am Auflager ist $Q = \frac{0{,}083 \,.\, 470}{2} = 19{,}5$ kg/cm; da keine Druckeinlage vorhanden ist, folgt nach V am Schlusse $d = h - a - \frac{x}{3} = 19{,}9 - 2 - \frac{5{,}42}{3} = 16{,}1$ cm, somit die Scherspannung im Beton V. A. 2) $\tau_1 = \frac{19{,}5}{16{,}1} = 1{,}21$ kg/qcm die vom Beton ohne Hülfe des Eisens aufgenommen wird. Trotzdem müssen alle in der Mitte unten liegenden Eisen nach den Enden hin nach oben gezogen werden, da die Zugspannungen der Einspannung oben wirken. Die gröfste Quer-

Abb. 2.



kraft in der Mitte ist bei der Belastung nach Textabb. 2: $Q = A = \frac{3}{32}\,pl = \frac{3 \,.\, 0{,}04 \,.\, 470}{32} = 1{,}76$ kg/cm, hier ist $d = h - a - \frac{x}{3} = 14{,}65 - 2 - \frac{3{,}84}{3} = 11{,}37$, somit die Scherspannung im Beton V. A. 2) $\tau_1 = \frac{1{,}76}{11{,}37} = 0{,}155$ kg/qcm, und bei $u = 1 \,.\, \pi = 3{,}14 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ nach V. A. 1) $\tau_2 = \frac{0{,}785 \,.\, 1{,}76}{0{,}067 \,.\, 11{,}37 \,.\, 3{,}14} = 0{,}058$ kg/qcm. Die Scher- und Haft-Spannungen fallen in der vollen Platte somit überall sehr gering aus.

Diese Berechnung setzt völlig feste Einspannung der Platte an beiden Tragwänden voraus. Dies kann aber mittels der Gebäudemauern wegen der Nachgiebigkeit gegen verbiegende Momente bei irgend erheblicher Höhe, und wegen der Unmöglichkeit, die Enden der Zugeisen in annähernd unnachgiebige Verbindung mit den Mauern zu bringen, fast nie auch nur annähernd erzielt werden. Die unvermeidliche Nachgiebigkeit hoher Mauern und selbst der sorgfältigsten Befestigungen der Zugeisen in den Mauern entfernt das Plattenende soweit vom Zustande fester Einspannung, dafs von einer solchen kaum die Rede sein kann.

Ein sicherer Grad der Einspannung, nämlich der des durchlaufenden Trägers, ist zu erzielen, wenn man die Decke bei Anordnung mehrerer Räume neben einander durch die stützenden Mauern ununterbrochen durchlaufen lassen kann, aber auch dann ist eben nur der Grad der Einspannung eines durchlaufenden Trägers, nicht völlig feste Einspannung erzielt, die oben angenommen wurde.

Da hiernach die Annahme völliger Einspannung auf sehr schwachen Füfsen steht, namentlich, wenn es sich um blofs einen Raum überspannende Decken handelt, so soll nun an diesem Beispiele gezeigt werden, um wieviel zu schwach die Decken unter der fälschlich gemachten Annahme der festen Einspannung werden.

Ist die Decke frei aufgelagert, so hat sie in der Mitte das Moment $\frac{0{,}083 \,.\, 470^2}{8} = 2290 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ aufzunehmen. Würde sie also nach vorstehender Rechnung mitten mit $h = 14{,}65$ cm, $\varphi = 0{,}067 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$, $\varphi' = 0$, $D = 0$, $M = 2290 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ ausgeführt, so ergäben sich nach IV A. b. α) die Gröfsen:

$$x = 12{,}4 \,.\, 0{,}067 \left\{\sqrt{1 + 2\,\frac{14{,}65 - 2}{12{,}4 \,.\, 0{,}067}} - 1\right\} = 3{,}84 \text{ cm};$$

$$\sigma_b = \frac{2 \,.\, 2290}{3{,}84\left(14{,}65 - 2 - \frac{3{,}84}{3}\right)} = 105 \text{ kg/qcm}; \; \sigma_e = 12{,}4 \,.\, 105\,\frac{14{,}65 - 2 - 3{,}84}{3{,}84} = 3000 \text{ kg/qcm},$$

also wegen des dreifachen Momentes dreifach zu hohe Spannungen. Mit der Annahme der Endeinspannung soll man also sehr vorsichtig sein, sonst rechnet man verdeckt mit zu hohen Spannungen.

Ist die Platte frei aufgelagert, so mufs g wegen der gröfsern Dicke schätzungsweise mit $0{,}01 \,.\, 0{,}01 \,.\, 0{,}27 \,.\, 2400 = 0{,}065$ kg/qcm, also q mit 0,105 und $M = \frac{0{,}105 \,.\, 470^2}{8} = 2910 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ eingeführt werden. Demnach wird nach IV A. a. α) nun $x = \sqrt{\frac{6 \,.\, 2910}{8{,}9 \,.\, 35}} = 7{,}48$ cm, $h = 2 + 3{,}3 \,.\, 7{,}48 = \underline{26{,}6 \text{ cm,}}$ $\varphi = 0{,}035 \frac{7{,}48}{2} = 0{,}131 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$. Drähte von $\underline{1 \text{ cm}}$ Dicke müssen also in $b = \frac{0{,}785}{0{,}131} = \underline{6 \text{ cm}}$ Teilung liegen.

Bezüglich der Scher- und Haftspannungen ist diese Platte nun wegen der gröfsern Dicke noch gesicherter, als die unter der Annahme der Einspannung berechnete.

Es gibt aber ein anderes Mittel, zu geringerer Dicke zu kommen, ohne die Spannungen zu erhöhen, das ist namentlich bei Platten, deren Grundrifs sich nicht allzuweit vom Quadrate entfernt, die vierseitige freie Auflagerung. Für solche Platten kann man mit genügender Schärfe annehmen, dafs die Lasten sich auf die beiden Tragwirkungen im umgekehrten Verhältnisse der dritten Potenzen der Seitenlängen verteilen.

Böte der oben angenommene Raum in der zweiten Richtung 700 cm Stützweite, und wird das Eigengewicht der nun entstehenden Platte mit $g = 0{,}01 . 0{,}01 . 0{,}23 . 2400 = 0{,}055$ kg/qcm, also $q = 0{,}095$ kg/qcm eingeführt, so kommt auf die kurze Traglänge $0{,}095 \frac{7^3}{7^3 + 4{,}7^3} = 0{,}073$ kg/qcm, auf die lange $0{,}095 \frac{4{,}7^3}{7^3 + 4{,}7^3} = 0{,}022$ kg/qcm, daraus folgt das Moment der kurzen Traglänge bei freier Lagerung mit $\frac{0{,}073 . 470^2}{8} = 2010 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$, der langen mit $\frac{0{,}022 . 700^2}{8} = 1350 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$.

Für die kurze Tragrichtung folgt also nach IV A. a. α) $x = \sqrt{\frac{6 . 2010}{8{,}9 . 35}} = 6{,}21$ cm; $h = 2 + 3{,}3 . 6{,}21 = \underline{22{,}5 \text{ cm}}$; $\varphi = 0{,}035 . \frac{6{,}21}{2} = 0{,}109 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ und bei $\underline{1 \text{ cm}}$ dicken Einlagen $b = \frac{0{,}785}{0{,}109} = \underline{7{,}2 \text{ cm}}$, für die lange Tragrichtung $x = \sqrt{\frac{6 . 1350}{8{,}9 . 35}} = 5{,}09$ cm; $h = 2 + 3{,}3 . 5{,}09 = \underline{18{,}8 \text{ cm}}$; $\varphi = 0{,}035 . \frac{5{,}09}{2} = 0{,}089 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$, also bei $\underline{1 \text{ cm}}$ Durchmesser der Einlagen $b = \frac{0{,}785}{0{,}089} = \underline{8{,}8 \text{ cm}}$. Die Platte ist also mit 22,5 cm Dicke und 1 cm starken Einlagen mit 7,2 cm Teilung nach der kurzen, mit 8,8 cm Teilung nach der langen Seite zu bilden, in letzterer Richtung ist sie dann etwas zu stark, da sie nur 18,8 cm dick zu sein brauchte.

Die vierseitig frei gelagerte Platte ist also gegen die zweiseitig frei gelagerte von 26,6 cm auf 22,5 cm verschwächt, sie enthält nun aber in 1 qm Grundfläche $\frac{100}{7{,}2} + \frac{100}{8{,}8} = 25{,}3 \frac{\text{m}}{\text{qm}}$ an gekreuzten Einlagen, während die zweiseitig gelagerte $\frac{100}{6} = 16{,}7 \frac{\text{m}}{\text{qm}}$ Einlagen nach einer Richtung erfordert. Über die Ausführung der einen oder andern Lösung entscheidet, wenn vierseitige Lagerung überhaupt möglich ist, der Kostenvergleich.

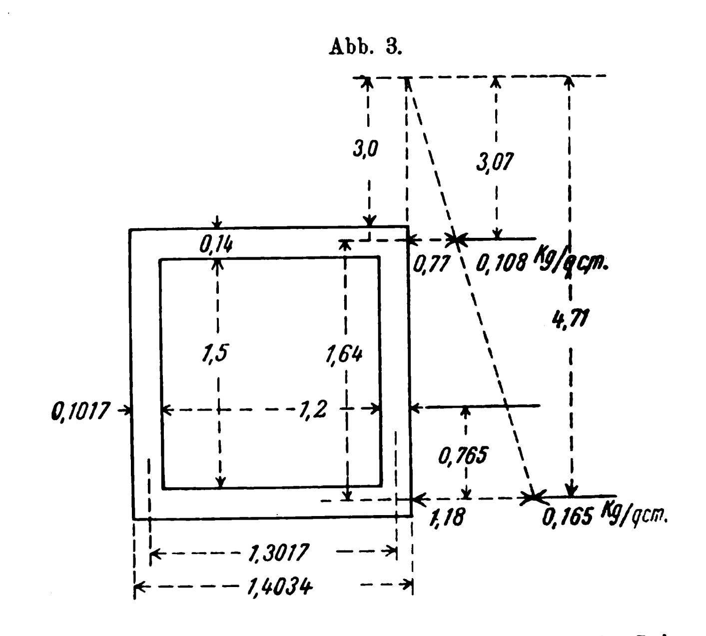
VII. B. Rechteckiger Plattendurchlafs in einem Eisenbahndamme.

Für den rechteckigen Durchlafs soll höchstens die Sohle an Ort und Stelle eingestampft werden, übrigens besteht er aus fertig einzubringenden seitlichen und Deck-Platten (Textabb. 6). Die Oberkante liegt 40 cm unter Schwellen-Unterkante oder 70 cm unter Schienen-Oberkante. Die ständige Last des Gleises und der Überfüllung kann mit $g = 0{,}01 . 0{,}01 . 0{,}7 . 2000 = 0{,}14$ kg/qcm eingeführt werden. Die Verkehrslast besteht aus einem Schwellendrucke von 10 t, der sich mittels der Querschwellen und Bettung auf $23 + 2 . 40 = 103$ cm Länge und $270 + 2 . 40 = 350$ cm Breite verteilt, also eine Belastung von $p = \frac{10000}{103 . 350} = 0{,}277$ kg/qcm gibt. Die ganze Auflast $q = 0{,}417$ kg/qcm entspricht einer Überschüttung aus gewöhnlichem Boden von $\frac{0{,}417}{0{,}01 . 0{,}01 . 1400} = 3$ m über dem Durchlasse. Die Deckplatte wird zunächst zur annähernden Mafsbestimmung ohne Berücksichtigung der Eigenlast nach IV A. a. α) berechnet. Wegen der vergleichsweise ruhigen Belastung werden eingeführt: $s_b = 45$ kg/qcm, $s_e = 1200$ kg/qcm, $E_e = 2100000$ kg/qcm, $E_b = 160000$ kg/qcm, $n = 13{,}1$, $n - 1 = 12{,}1$, $r = 0{,}0375$, $m = \frac{1}{r . n} = 2{,}04$, $m + 1 = 3{,}04$, $m + 2 = 4{,}04$, $2 + 3m = 8{,}12$, $a = 1{,}5$ cm, $(n - 1) . r = 0{,}454$.

Bei $l = 1{,}3$ m gegebener Stützweite der Deckplatte ist $M = \frac{0{,}417 . 130^2}{8} = 880 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$; $x = \sqrt{\frac{6 . 880}{8{,}12 . 45}} = 3{,}8$; $h = 1{,}5 + 3{,}04 . 3{,}8 = 13{,}1$ cm. Das Eigengewicht ist also $g = 0{,}01 . 0{,}01 . 0{,}14 . 2400 = 0{,}0335$, folglich $q = 0{,}45$ kg/qcm.

Der Durchlafs soll im Lichten 1,5 m hoch, 1,2 m breit sein, die Bauhöhe ist also $1{,}5 + 2 . 0{,}14 = 1{,}78$ m. Der Erdschub wird dargestellt durch das Gewicht eines 1400 kg/cbm wiegenden Erdkörpers, der ein Viertel der Höhe zur Grundlinie hat, er beträgt also nach Textabb. 3 in der Mitte der Decke

Abb. 3.

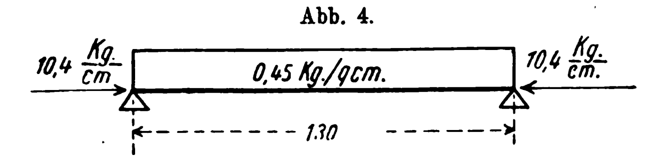


$0{,}01 . 0{,}01 . 0{,}77 . 1400 = 0{,}108$ kg/qcm, in Mitte des Bodens $0{,}01 . 0{,}01 . 1{,}18 . 1400 = 0{,}165$ kg/qcm. Der ganze Erddruck gegen die Seitenwand ist $\frac{0{,}108 + 0{,}165}{2} . 164 = 22{,}4$ kg/cm, er greift $\frac{164}{3} \frac{2 . 1{,}18 + 0{,}77}{1{,}18 + 0{,}77} = 88$ cm unter der Oberkante des Trapezes an, folglich erhält die Decke einen Längsdruck von $22{,}4 \frac{164 - 88}{164} = 10{,}4$ kg/cm, der Boden von $22{,}4 . \frac{88}{164}$

$= 12$ kg/qcm. Das Biegungsmoment der Decke ist bei 130 cm Stützweite nun $\frac{0{,}45 \cdot 130^2}{8} = 954 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$.

Die Deckplatte ist also in dem in Textabb. 4 dargestellten

Abb. 4.



Zustande. Wegen des Längsdruckes soll die Decke eine Druckeinlage erhalten, die zu $\varphi' = 0{,}05 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ bei $a = 1{,}5$ cm festgesetzt wird. Die doppelte Einlage ist für die Handhabung der fertigen Platten günstig. Es handelt sich also nun um den Fall IV A. a), für den sich ergibt:

$$-x^3 \frac{8{,}12}{6} + x^2 \cdot 3{,}04 \left\{\frac{10{,}4}{2 \cdot 45} - 12{,}1 \cdot 0{,}05\right\} +$$

$$x\left\{\frac{2 \cdot 954 - 10{,}4 \cdot 1{,}5}{2 \cdot 45} + 4{,}04 \cdot 12{,}1 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}05\right\} = 12{,}1 \cdot 0{,}05 \cdot 1{,}5^2$$

$$\text{oder } -x^3 \cdot 1{,}37 - x^2 \cdot 1{,}49 + x \cdot 21 = 1{,}36,$$

$$\text{oder } -x^3 - x^2 \cdot 1{,}085 + x \cdot 15{,}3 = 0{,}99.$$

Setzt man $x = 3$ ein, so ist die linke Seite $+ 9{,}15$, für $x = 4$ wird sie $- 20{,}2$, sie soll aber $+ 0{,}99$ sein. Eine einfache Zwischenrechnung gibt die Lösung der Gleichung mit $x = 3{,}37$ cm; $h = 1{,}5 + 3{,}04 \cdot 3{,}37 = \underline{11{,}7 \text{ cm}}$; $\varphi = 0{,}0375 \left(\frac{3{,}37}{2} + 12{,}1 \frac{3{,}37 - 1{,}5}{3{,}37} 0{,}05\right) - \frac{10{,}4}{1200} = 0{,}067 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$.

Die Druckkräfte sind im Beton $\frac{45 \cdot 3{,}37}{2} = 76$ kg/cm, im Druckeisen $12{,}1 \cdot 0{,}05 \cdot \frac{3{,}37 - 1{,}5}{3{,}37} 45 = 15{,}1$ kg/cm, erstere Kraft liegt $\frac{3{,}37}{3} = 1{,}12$ cm, letztere 1,5 cm unter Oberkante, die Mittelkraft beider beträgt 91,1 kg/cm und liegt:

$\frac{76 \cdot 1{,}12 + 15{,}1 \cdot 1{,}5}{91{,}1} = 1{,}18$ cm unter Oberkante. d beträgt also $11{,}7 - 1{,}18 - 1{,}5 = 9{,}02$ cm, φs_e ist $= 0{,}067 \cdot 1200 = 80{,}5$ kg/cm, somit $D + \varphi s_e = 10{,}4 + 80{,}5 = 90{,}9$ kg/cm, was genügend genau mit 91,1 kg/cm Druck übereinstimmt.

Die gröfste Querkraft am Auflager ist $Q = \frac{130 \cdot 0{,}45}{2} = 29{,}2$ kg/cm, wegen zu grofsen Eigengewichtes etwas zu hoch berechnet. Demnach ist die Scherspannung im Beton nach V. A. 2) $\tau_1 = \frac{29{,}2}{9{,}02} = 3{,}25$ kg/qcm. Da das 2,5 kg/qm übersteigt, ist das Heraufziehen einiger der unteren Eisen nach oben zu empfehlen, nach V. B. 1) ist der Querschnitt der heraufzuziehenden Eisen $q'' = \frac{1{,}414\,(29{,}2 - 2{,}5 \cdot 9{,}02)}{1200} = 0{,}0079$ qcm/cm. Für Drähte von 8 mm Durchmesser ist: $f = \frac{0{,}8^2 \cdot \pi}{4} = 0{,}5$ qcm, dabei erhalten die oberen Druckeisen die Teilung $b = \frac{0{,}5}{0{,}05} = \underline{10 \text{ cm}}$, die unteren Zugeisen $b = \frac{0{,}5}{0{,}067} = \underline{7{,}5 \text{ cm}}$ und die heraufgezogene Eisen von $\frac{0{,}5}{0{,}0079} = \underline{63{,}5 \text{ cm}}$, also braucht nur jedes $\frac{63{,}5}{7{,}5} = 8{,}5$. Zugeisen nach oben gezogen zu werden. Die Querkraft am Ende der ersten Schrägziehung ist noch $29{,}2 - 9{,}02 \cdot 0{,}45 = 25{,}15$ kg/cm, nach V. A. 2) ist also hier die Scherspannung $\tau_1 = \frac{25{,}15}{9{,}02} = 2{,}78$ kg/qcm, für eine zweite Schrägziehung wäre daher nach V. B. 1):

$$\varphi'' = \frac{1{,}414\,(25{,}15 - 2{,}5 \cdot 9{,}02)}{1200} = 0{,}0031 \text{ qcm/cm}.$$

Die Teilung dieser zweiten Heraufziehung müfste also $b = \frac{0{,}5}{0{,}0031} = \underline{162 \text{ cm}}$ sein, also wäre jedes $\frac{162}{7{,}5} = 21{,}5$te Zugeisen hinaufzuziehen, was kaum noch lohnt.

Am Ende der zweiten Schrägziehung ist die Querkraft noch $Q = 29{,}2 - 2 \cdot 9{,}02 \cdot 0{,}45 = 21{,}1$ kg/cm, somit beträgt hier die Haftspannung der Zugeinlagen nach V. A. 1)

$$\tau_2 = \frac{0{,}5 \cdot 21{,}1}{0{,}067 \cdot 9{,}02 \cdot 0{,}8 \cdot 3{,}14} = 6{,}95 \text{ kg/qcm},$$

was zu hoch ist.

Für die Verminderungen der Haftspannungen kommen vier Mittel in Frage:

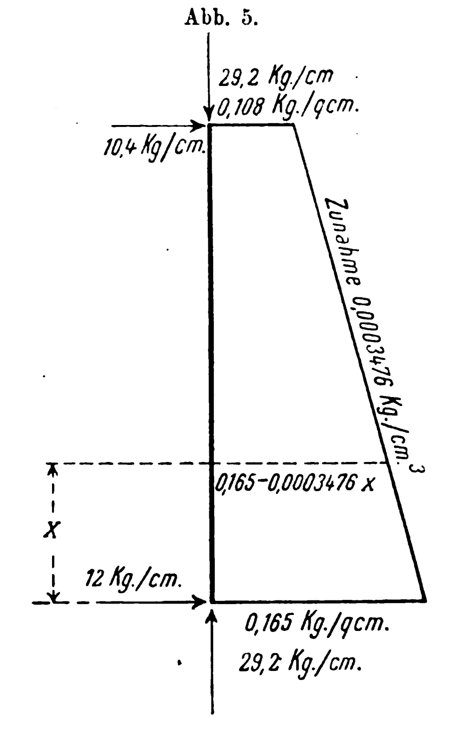
1) Vermehrung und Verschwächung der Eiseneinlagen, um bei Aufrechterhaltung des Querschnittes mehr Umfangsfläche zu erhalten; da die Teilung der Zugeinlagen aber schon 7,5 cm beträgt, so ist auf diesem Wege nichts Wesentliches zu erreichen, die Teilung würde für die Einbringung des Beton zu eng werden.
2) Die vorhandenen Eisen an den Enden durch Anbinden neuer zu gabeln, empfiehlt sich auch nicht, weil die Verbindungen teuer und zeitraubend sind, die Teilung wenigstens an den Seiten auch wieder zu eng werden würde.
3) Die Verwendung mechanischer Mittel zur Erhöhung des Haftwiderstandes durch Anlöten, Ankerben, Durchstecken und dergleichen ist bezüglich vieler Mittel zu umständlich und teuer, bezüglich anderer unzuverlässig. Zur Verwendung dieses Mittels müfste man von vorn herein zu anderen Einlagen greifen, als Rund- oder Quadrat-Eisen.
4) Vergröfserung des Widerstandshebels d, also der Plattendicke. Dieses Mittel ist vergleichsweise einfach und sicher wirksam. Um von 6,95 kg/qcm auf 4 kg/qcm zu kommen, müfste d auf $9{,}02 \frac{6{,}95}{4{,}5} = 14$ cm gebracht werden, was bei $h = 14 + 1{,}5 + 1{,}18 = 16{,}7$ cm Plattendicke genügend genau erreicht wird.

Die zulässige Querkraft der Stelle, wo $d = 9{,}02$ cm bleiben kann, wenn $\tau_2 = 4{,}5$ kg/qcm werden soll, folgt nach V. A. 1) aus $4{,}5 = \frac{0{,}5 \cdot Q}{0{,}067 \cdot 9{,}02 \cdot 0{,}8 \cdot 3{,}14}$ mit $Q = 13{,}6$ kg/cm, und die Länge z der Stelle, wo diese Querkraft erreicht wird, aus $29{,}2 - z \cdot 0{,}45 = 13{,}6$ mit $z = 35$ cm.

Nach Vergröfserung von d auf 14 cm ist nun aber nach

V. A. 2) τ_1 nur noch $= \frac{29,2}{14,0} = 2,1$ kg/qcm, und die Haftspannung nach V. A. 1) $\tau_2 = \frac{0,5 \cdot 29,2}{0,067 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot \pi} = 6,25$ kg/qcm, folglich überhaupt keine Schrägziehung der Eiseneinlagen mehr nötig, wenn man zur Verminderung von τ_2 auf 4,5 kg/qcm noch d auf $14 \cdot \frac{6,25}{4,5} = 19,4$ cm, also h auf $19,4 + 1,5 + 1,18 = 22,1$ cm verstärkt. Die Deckplatte mufs also von beiden Enden her auf etwa 25 cm Länge 22,1 cm dick sein, und ist dann auf weiteren 10 cm Länge auf 11,7 cm Dicke einzuschrägen.

Abb. 5.



Die Seitenplatte erhält aus der Deckplatte einen Längsdruck von D = 29,2 kg/cm und die aus Textabb. 3 hervorgehenden Erddrucke, welche nach der obigen Ermittelung 10,4 kg/cm Gegendruck der Decke und 12 kg/cm Gegendruck der Sohle bewirken. Die Zunahme des Druckes ist $\frac{0,165 - 0,108}{164} = 0,0003476$ kg/cm³, also der Belastungszustand der Seitenplatte der in Textabb. 5 dargestellte. Nach der Regel, dafs das Moment da am gröfsten wird, wo die Querkraft verschwindet, folgt die Stelle des gröfsten Biegungsmomentes Textabb. 5 aus:

$$0 = 12 - \frac{0,165 + 0,165 - 0,0003476\, x}{2}\, x$$

oder $x^2 - 2 \cdot x \cdot 475 = -69200$ mit $x = 80$ cm. Das Moment selbst beträgt demnach

$$M = 12 \cdot 80 - \frac{2 \cdot 0,165 + 0,165 - 0,0003476 \cdot 80}{0,165 + 0,165 - 0,0003476 \cdot 80} \cdot \frac{80}{3} \cdot \frac{0,165 + 0,165 - 0,0003476 \cdot 80}{2} \cdot 80$$

$$= 960 - \frac{80^2}{6} \cdot 0,4672 = 460 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}.$$

Die Seitenplatte soll zwei gleiche Eiseneinlagen mit a = 1,5 cm erhalten, um sie einfach herstellen und sicher zur Baustelle bringen zu können, also tritt der Fall IV. B. a), und zwar mit D = 29,2 kg/cm, M = 460 kgcm/cm, a = 1,5 cm, sonst mit den Werten der Deckplatte ein.

$$x^3 \cdot 45 \{8,12 + 0,454\} - x^2 \{3 \cdot 3,04 \cdot 29,2 \cdot 1,454 + 4 \cdot 0,454 \cdot 45 \cdot 1,5\} - x \{6 \cdot 460 (1 - 0,454) - 3 \cdot 29,2 \cdot 1,5 (1 + 0,454 \cdot 4,04) - 3 \cdot 0,454 \cdot 45 \cdot 1,5^2\} = 3 \cdot 0,454 \cdot 1,5 \{2 \cdot 460 + 29,2 \cdot 1,5\}$$ oder $$x^3 \cdot 386 - x^2 \cdot 509 - x \cdot 995 = 1970$$ oder $$x^3 - x^2 \cdot 1,317 - x \cdot 2,57 = 5,1.$$

x = 3 cm macht die linke Seite zu 7,44, x = 2 zu − 2,41, Zwischenrechnung liefert die Wurzel x = 2,85 cm;

$$h = 1,5 + 2,85 \cdot 3,04 = 10,17 \text{ cm},$$

$$\varphi = \frac{45 \cdot 2,85 - 2 \cdot 29,2}{2 \cdot 1200 \left[1 - 0,454 \frac{2,85 - 1,5}{2,85}\right]} = 0,0372 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}.$$

Werden Drähte von 6 mm Durchmesser mit $f = \frac{0,6^2 \pi}{4} = 0,283$ qcm verwendet, so mufs die Teilung $b = \frac{0,283}{0,0372} = 7,6$ cm sein.

Die gröfste Querkraft tritt mit Q = 12 kg/cm unten auf. Der Widerstandshebel d folgt aus folgender Rechnung. Die Summe der Betondrücke ist $2,85 \cdot 45 \cdot {}^1/_2 = 64,2$ kg/cm, die Kraft im Druckeisen nach Textabb. 1 $12,1 \cdot 0,0372 \cdot 45 \frac{2,85 - 1,5}{2,85} = 9,55$ kg/cm, beider Mittelkraft wirkt von Betonaufsenkante um $\frac{64,2 \cdot \frac{2,85}{3} + 9,55 \cdot 1,5}{64,2 + 9,55} = 1,02$ cm, folglich ist $d = 10,17 - 1,5 - 1,02 = 7,65$ cm. Nach V. A. 2) ist die Scherspannung im Beton ohne Schrägeisen $\tau_1 = \frac{12}{7,65} = 1,57$ kg/qcm, und die Haftspannung nach V. A. 1) $\tau_2 = \frac{12 \cdot 0,283}{0,0372 \cdot 7,65 \cdot 0,6 \cdot \pi} = 6,3$ kg/qcm; soll τ_2 nur 4,5 kg/qcm betragen, so ist d auf $\frac{7,65 \cdot 6,3}{4,5} = 10,7$ cm, also h auf $10,7 + 1,5 + 1,02 = 13,2$ cm zu vergröfsern.

Soll $\tau_2 = 4,5$ kg/qcm bei d = 7,65 cm eingehalten werden, so folgt die dabei zulässige Querkraft Q nach V. A. 1) aus $4,5 = \frac{Q \cdot 0,283}{0,0372 \cdot 7,65 \cdot 0,6 \cdot \pi}$, sie ist Q = 8,5 kg/cm, und der Abstand x vom Unterende, wo diese Querkraft wirkt, ergibt sich aus (Textabb. 5) $12 - \frac{0,165 + 0,165 - 0,0003476\, x}{2} \cdot x = 8,5$ oder $x^2 - 2\, x \cdot 476 = -20150$ mit x = 23 cm.

Die Seitenplatte mufs also am Unterende 13,2 cm dick sein und auf 23 cm Höhe auf 10,17 cm eingeschrägt werden. Wird sie am obern Ende freien Umkehrens wegen ebenso geformt, so ist sie hier bei der etwas kleinern Querkraft von 10,4 kg/cm (Textabb. 5) etwas zu stark.

Die Bodenplatte hat auf ihren Rändern zu tragen $2 \cdot 29,2 + 2 \cdot 0,01 \cdot 0,1017 \cdot (1,64 + 0,14)\, 2400 = 67,1$ kg/cm, wenn von dem Gewichte der geringen Endverstärkungen abgesehen wird. Der Bodengegendruck ist bei gleichmäfsiger Verteilung $\frac{67,1}{140,34} = 0,48$ kg/qcm (Textabb. 3), das Biegungsmoment in der Mitte ist $M = \frac{0,48 \cdot 130^2}{8} = 1015 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$, das Eigengewicht der Bodenplatte ruht auf dem Boden auf, ohne Biegung zu erzeugen, der Längsdruck aus den Seitenwänden ist D = 12 kg/cm.

Da sich die Anordnung zweier Einlagen bei dünnen Platten als nicht besonders wirksam erweist, die Bodenplatte auch an Ort und Stelle hergestellt werden kann, so soll sie nur eine

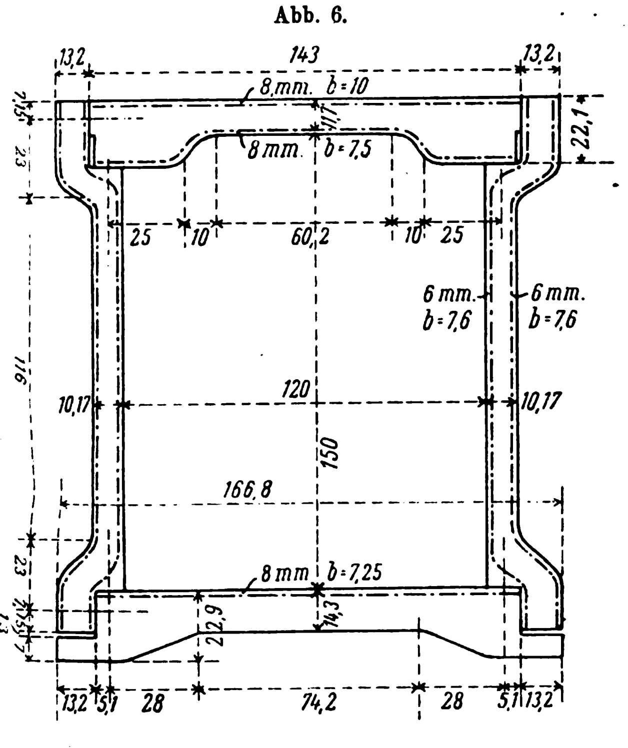
Einlage oben in der Zugzone erhalten, somit liegt bei $\varphi^1 = 0$, $D > 0$ der Fall IV. A. a. β) mit $M = 1015 \frac{kgcm}{cm}$, $D = 12$ kg/cm, a = 1,5 cm vor:

$$x = \frac{3}{2}\,\frac{3,04}{8,12 \,.\, 45}\left\{12 + \sqrt{12^2 + \frac{4 \,.\, 8,12 \,.\, 45(2 \,.\, 1015 - 12 \,.\, 1,5)}{3 \,.\, 3,04^2}}\right\}$$

$= 4,22$ cm; $h = 1,5 + 4,22 \,.\, 3,04 = \underline{14,3 \text{ cm}}$, $\varphi = 0,0375 \frac{4,22}{2} - \frac{12}{1200} = 0,069 \frac{qcm}{cm}$. Bei 8 mm Durchmesser der Einlagen ist $f = \underline{0,5 \text{ qcm}}$ und die Teilung $b = \frac{0,5}{0,069} = \underline{7,25 \text{ cm.}}$ Die Querkraft am Ende ist $\frac{0,48 \,.\, 130}{2} = 31,2$ kg/cm und der Hebel $d = 14,3 - 1,5 - \frac{4,22}{3} = 11,4$ cm. Soll nun wieder nach V. A. 1) die Haftspannung τ_2 4,5 kg/qcm sein, so folgt das erforderliche Mafs d aus $4,5 = \frac{0,5 \,.\, 31,2}{0,069 \,.\, d \,.\, 0,8 \,.\, \pi}$ mit $d = 20$ cm, die Plattenenden sind also auf $20 + 1,5 + \frac{4,22}{3} = 22,9$ cm zu verstärken, die Scherspannung im Beton ist dann nach V. A. 2) $\tau_1 = \frac{31,2}{20} = 1,56$ kg/qcm. Bei $d = 11,4$ kann die aus V. A. 1) nach $4,5 = \frac{0,5 \,.\, Q}{0,069 \,.\, 11,4 \,.\, 0,8 \,.\, \pi}$ mit $Q = 17,7$ kg/cm folgende Querkraft aufgenommen werden. Die Stelle, wo diese wirkt, folgt aus $31,2 - x \,.\, 0,48 = 17,7$ mit $x = 28$ cm. Die Bodenplatte ist also an den Rändern 22,9 cm dick zu machen, und auf 28 cm Länge von jeder Seite auf 11,4 cm Dicke einzuschrägen.

Hiernach erhält der ganze Durchlafs die in Textabb. 6 dargestellte Anordnung. Die Ecken sind so ausgebildet, dafs die vier Platten die Kräfte richtig auf einander übertragen.

Abb. 6.



VII. C. Rippenplatten-Brücke auf fünf Stützen.

Die Brücke für Strafsenverkehr hat die in Textabb. 7 und 8 in Quer- und Längs-Schnitt dargestellte Anordnung. Die Fahrbahndecke ruht beiderseits überkragend auf fünf Rippen, jede Rippe auf fünf stützenden Pfählen. Auch die Rippen kragen beiderseits über, um den Strafsendamm ohne Endstützmauer mit Böschung gegen die Brückenenden schütten zu können. Ungünstigste Aufstellung einer Walze und von Menschengedränge hat bei Einsetzung des 1,5 fachen der Nutzlast die in Textabb. 7 und 8 angegebenen Einheitsbelastungen q, Momente M und Querkräfte Q geliefert; von letzteren sind nur die gröfsten Werte eingeschrieben, da die

Abb. 7.

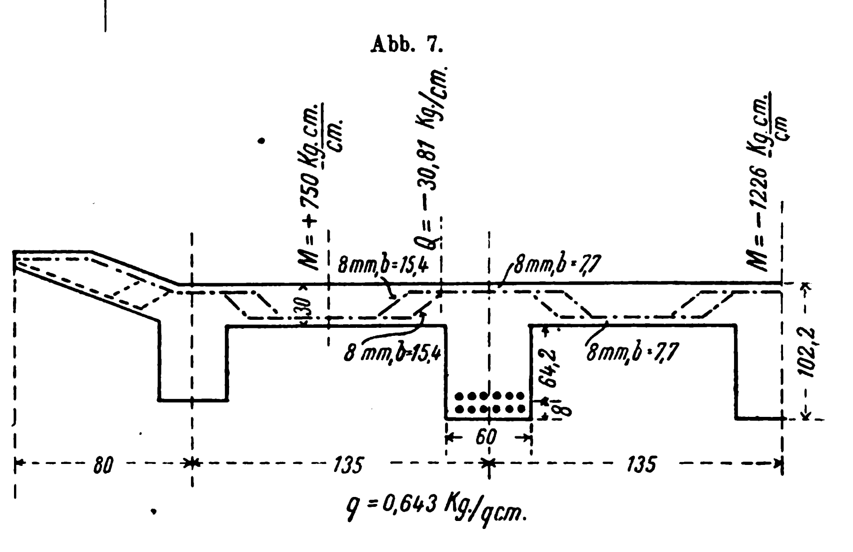
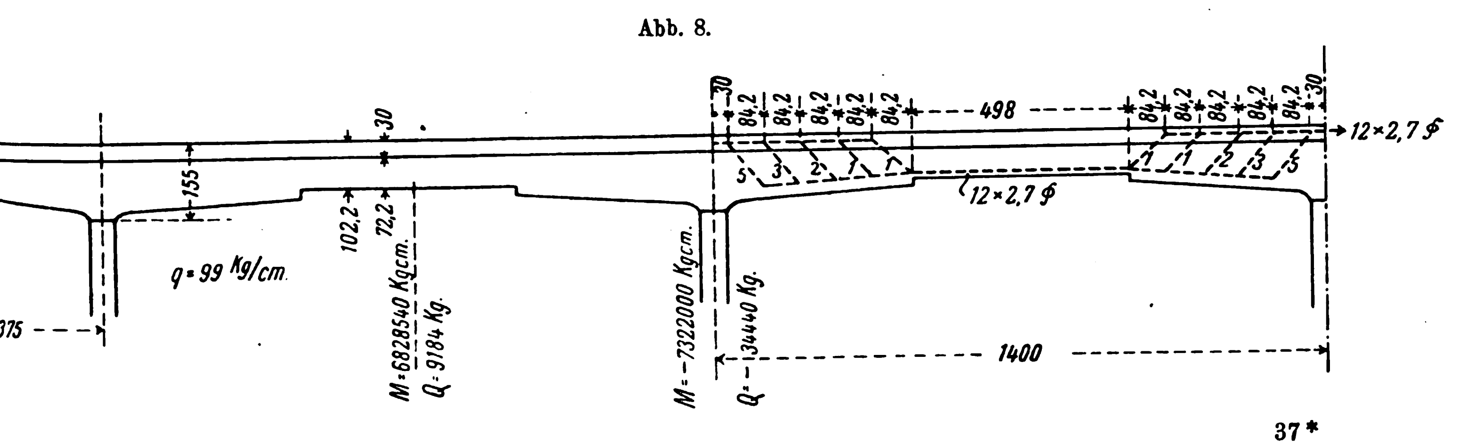


Abb. 8.



Querschnitte der Quere und Länge nach unveränderlich durchgeführt werden sollen*).

C. 1) Die Fahrbahndeckplatte.

Wegen der unmittelbaren Belastung werden folgende Werte eingeführt. $s_b = 35$ kg/qcm, $s_e = 1000$ kg/qcm, $E_e = 2100000$ kg/qcm, $E_b = 180000$ kg/qcm, $n = 11,6$, $m = \frac{1000 \,.\, 180000}{35 \,.\, 2100000} = 2,45$, $n - 1 = 10,6$, $m + 1 = 3,45$, $m + 2 = 4,45$, $2 + 3\,m = 9,35$, $r = 0,035$, $a^1 = 2$ cm, D^1 und φ'^1 sind beide $= 0$, also liegt der Fall A. a. α) vor und gibt für $M^1 = 750 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ in der Platte zwischen den Rippen:

$x^1 = \sqrt{\frac{6 \,.\, 750}{9,35 \,.\, 35}} = 3,72$ cm; $h^1 = 2 + 3,72 \,.\, 3,45 = \underline{14,8 \text{ cm}}$

$\varphi^1 = 0,035 \,.\, \frac{3,72}{2} = 0,065 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$. Einlagen von 8 mm Durchmesser und $f^1 = 0,5$ qcm Querschnitt erhalten $b^1 = \frac{0,5}{0,065} = \underline{7,7 \text{ cm}}$ Teilung. Da nur eine Einlage angeordnet ist, wird $d^1 = 14,8 - 2 - \frac{3,72}{3} = 11,56$ cm. Aus der gröfsten Querkraft der Öffnung von $-30,81$ kg/cm unmittelbar neben der Rippe folgt nach V. A. 2) die Scherspannung $\tau_1 = \frac{30,81}{11,56} = 2,67$ kg/qcm. Da das über 2,5 kg/qcm hinausgeht, sollen nach V. B. 1) Eisen des Querschnittes $\varphi''^1 = \frac{1,414 \,.\, (30,81 - 11,56 \,.\, 2,5)}{1000} = 0,002828 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ schräg hinaufgezogen werden, also Eisen von 8 mm Durchmesser in der Teilung $b^1 = \frac{0,5}{0,002828} = 177$ cm, das heifst jedes $\frac{177}{7,7} = 23$ ste Eisen wäre hinaufzuziehen. Bei der Last $q = 0,643$ kg/qcm für die Einheit wäre die Haftspannung der schräg gezogenen Eisen nach V. B. 2) $\tau_2''^1 = \frac{0,5 \,.\, 0,643\,(30,81 - 2,5 \,.\, 11,56)}{0,002828 \,.\, 0,8 \,.\, \pi \,.\, 30,81} = 2,93$ kg/qcm.

Am Ende der ersten Aufziehung ist noch $Q = 30,81 - 11,56 \,.\, 0,643 = 23,4$ kg/cm, somit nach V. A. 2) die Betonscherspannung $\tau_1^1 = \frac{23,4}{11,56} = 2,03$ kg/qcm, und nach V. A. 1) die Haftspannung $\tau_2^1 = \frac{0,5 \,.\, 23,4}{0,065 \,.\, 11,56 \,.\, 0,8 \,.\, 3,14} = 6,2$ kg/qcm. Um diese Spannung auf 4,5 kg/qcm zu vermindern, müfste $d^1 = \frac{11,56 \,.\, 6,2}{4,5} = 15,9$ cm gemacht werden, welches Mafs weiter unten aus anderen Gründen noch vergröfsert wird. Übrigens müssen tatsächlich nicht die 23sten Eisen, sondern alle hinaufgezogen werden, weil sie wegen der über den Rippen negativen Momente hier alle oben liegen müssen. Dieses negative Moment ist auf der Mittelrippe am gröfsten mit $M_1^1 = -1226 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$. Da $D^1 = \varphi'^1 = 0$ ist, so trifft VI. A. α) zu, und es mufs sein:

$$x_1^1 = \frac{2}{3} 11,6 \,.\, 0,065 \left\{ \sqrt{1 + \frac{9 \,.\, 1226}{2 \,.\, 11,6 \,.\, 0,065^2 \,.\, 1000}} - 1 \right\} =$$

4,86 cm; $\sigma_b^1 = \frac{2 \,.\, 0,065 \,.\, 1000}{4,86} = 26,8$ kg/qcm; $h_1^1 = 2 + 4,86\left(1 + \frac{1000}{11,6 \,.\, 26,8}\right) = \underline{22,5 \text{ cm.}}$ Die obere Platte mufs also so geformt werden, dafs ihre Stärke mitten über den Rippen mindestens 22,5 cm beträgt, welches Mafs unten noch vergröfsert wird.

C. 2) Die Rippen.

Die drei mittleren Rippen sind bei ungünstigster Lastverteilung fast gleich, und so belastet, dafs die in Textabb. 8 angegebenen Momente und Querkräfte entstehen. Die äufsere Rippe hat weniger zu tragen, wird daher schwächer, doch sollen hier nur die drei gleichen mittleren berechnet werden. Die angegebenen Momente und Querkräfte beziehen sich auf eine ganze Rippenteilung von $b = 135$ cm, müssen also bei Anwendung der Formeln aus IV und V durch dieses Mafs beziehungsweise durch die Rippenbreite b_0 geteilt werden.

Wegen der mehr mittelbaren Belastung wird hier eingeführt: $s_b = 40$ kg/qcm, $s_e = 1200$ kg/qcm, $E_e = 2100000$ kg/qcm, $E_b = 150000$ kg/qcm, $r = 0,0333$, $n = 14$, $n - 1 = 13$ $m = \frac{1200 \,.\, 150000}{40 \,.\, 2100000} = 2,14$, $m + 1 = 3,14$, $m + 2 = 4,14$, $2 + 3\,m = 8,42$. Da hier starke Einlagen nötig werden, wird $a = 8$ cm angenommen, eine Druckeinlage φ' wird nicht eingeführt, um beim Stampfen der Rippen nicht behindert zu sein, ebenso ist $D = 0$, also tritt der Fall IV. A. a. α) ein.

In den Öffnungen ist: $x = \sqrt{\frac{6 \,.\, 6828540}{135 \,.\, 8,42 \,.\, 40}} = 30$ cm; $h = 8 + 3,14 \,.\, 30 = \underline{102,2 \text{ cm}}$; $\varphi = 0,0333 \frac{30}{2} = 0,5 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$. Da die Einlagen nur in 135 cm Teilung in den Rippen wiederkehren, ist $f = 135 \,.\, 0,5 = \underline{67,5 \text{ qcm}}$; 12 Eisen von 2,7 cm Durchmesser in zwei Reihen von sechs Eisen geben: $12 \frac{2,7^2 \,.\, \pi}{4} = 68,5$ qcm. Werden diese Eisen in 10 cm Teilung gelegt, so müssen die Rippen mindestens $b_0 = 6 \,.\, 10 = \underline{60 \text{ cm}}$ breit sein. Da eine Druckzone von 30 cm erforderlich ist, mufs die obere Platte statt 14,8 cm beziehungsweise 22,5 cm (VII. C. 1) 30 cm dick gemacht werden, womit die oben schon als nötig nachgewiesenen Verstärkungen reichlich angebracht sind.

Bei fehlender Druckeinlage ist: $d = 102,2 - 8 - \frac{30}{3} = 84,2$ cm, u ist $= 12 \,.\, 2,7 \,.\, \pi = 102$ qcm/cm. An der Stelle des gröfsten Momentes in der Öffnung ist die gröfste Querkraft: $Q = 9184$ cm, also nach VI. 2) die Betonscherspannung: $\tau_1 = \frac{9184 \,.\, 67,5}{135 \,.\, 0,5 \,.\, 84,2 \,.\, 60} = 1,82$ kg/qcm, die Haftspannung nach V. A. 1) $\tau_2 = \frac{67,5 \,.\, 9184}{0,5 \,.\, 135 \,.\, 84,2 \,.\, 102} = 1,07$ kg/qcm.

Für die Aufnahme der Querkraft von 34440 kg an der Stütze müssen Eisen des Querschnittes VI. 4) $f'' = 1,414$

*) Die vollständige Vorführung der Ermittelung der Werte von M und Q verbietet der Platzmangel. Sie folgt den allgemeinen Regeln der Statik und hat mit den Besonderheiten der Verbundbauweise, die hier zu behandeln sind, nichts zu tun.

$$\frac{\frac{34440 \cdot 67{,}5}{135 \cdot 0{,}5} - 84{,}2 \cdot 60 \cdot 2{,}5}{1200} = 25{,}6 \text{ qcm schräg hinauf gezogen}$$

werden. Eines der Eisen hat $\frac{2{,}7^2 \pi}{4} = 5{,}7$ qcm, also müssen neben der Stütze $\frac{25{,}6}{5{,}7} = 4{,}5$ rund 5 Eisen schräg gezogen werden (Textabb. 8). Diese haben $u'' = 5 \cdot 2{,}7 \cdot \pi = 42{,}4 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ Umfang, folglich ist ihre Haftspannung bei $q = \frac{99}{135}$ nach VI. 5)

$$\tau_2'' = \frac{99}{135} \frac{67{,}5}{0{,}5} \cdot \frac{\frac{34440}{135} \frac{67{,}5}{0{,}5} - 84{,}2 \cdot 60 \cdot 2{,}5}{\frac{34440}{135} \frac{67{,}5}{0{,}5} \cdot 42{,}4} = 1{,}49 \text{ kg/qcm.}$$

Am Ende der ersten Schrägziehung ist die Querkraft etwas gröfser, als $34440 - 84{,}2 \cdot 99 = 26000$ kg, etwa 28000 kg. Der Eisenquerschnitt der zweiten Aufziehung ist nach VI. 4) $f'' = 1{,}414 \frac{28000 - 84{,}2 \cdot 60 \cdot 2{,}5}{1200} = 12{,}9$ qcm, folglich müssen in der zweiten Aufbiegung: $\frac{12{,}9}{5{,}7} = 2{,}25$ oder 3 Eisen liegen. u'' ist dann $= 3 \cdot 2{,}7 \cdot \pi = 25{,}4 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ und die Haftspannung wird nach VI. 5): $\tau_2'' = 99 \cdot \frac{28000 - 12600}{28000 \cdot 25{,}4} = 2{,}14$ kg/qcm. Weiter werden der Reihe nach 2, 1, 1 Eisen heraufgezogen, sodafs über der Stütze $5 + 3 + 2 + 1 + 1$, also alle 12 Eisen oben liegen (Textabb. 8).

Über der Stütze steht als Breitenmafs des Betondruckgurtes nur die Breite $b_0 = 60$ cm der Rippe zur Verfügung, die für den Fall, dafs nicht zu grofse Höhe nötig wird, ungeändert durchgeführt werden soll; wie früher durch 135 ist das Moment nun durch 60 zu teilen. Da $D = 0$ und unten keine Druckeinlage vorhanden ist, liegt der Fall IV. A. a. α) vor, welcher liefert:

$$x = \sqrt{\frac{6 \cdot 7322000}{60 \cdot 8{,}42 \cdot 40}} = 46{,}7 \text{ cm}; \; h = 8 + 3{,}14 \cdot 46{,}7 = 155 \text{ cm};$$

$\varphi = 0{,}0333 \frac{46{,}7}{2} = 0{,}777 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$, also mufs die Einlage oben in der Rippe $f = 60 \cdot 0{,}777 = 46{,}5$ qcm betragen, während sie tatsächlich 68,5 qcm ist, denn man wird hier keines der in den Öffnungen vorhandenen Eisen fehlen lassen. In Textabb. 8 ist die Anordnung der Einlagen einmal eingetragen.

VII. D. Rippendecke für 800 kg/qm Last.

In einem Lagerhause soll eine Rippendecke auf zwei tragenden Wänden mit $l = 725$ cm Stützweite für 800 kg/qm Nutzlast so hergestellt werden, dafs die obere durchgehende Platte als Tragplatte zwischen den Rippen und als Druckgurt des Rippenquerschnittes grade voll ausgenutzt wird. Wird die Platte vorläufig 12 cm dick, und sonst angenommen, dafs alle 200 cm eine Rippe mit 40 cm Breite und Höhe vorspringt, so ist anzusetzen: $g^1 = 0{,}01 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}12 \cdot 2400 = 0{,}029$ kg/qcm, $g = 0{,}029 + \frac{0{,}01 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 2400}{200} = 0{,}048$ kg/qcm, $p = 0{,}08$ kg/qcm, $q^1 = 0{,}029 + 0{,}08 = 0{,}109$ kg/qcm, $q = 0{,}048 + 0{,}08 = 0{,}128$ kg/qcm. Ferner gelten die Werte des Beispiels C. 2) mit $a = 4$ cm. Die Rippen sollen eine Druckeinlage $\varphi' = 0{,}15 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ erhalten, da die Druckeinlagen bei starken Körpern zur Wirkung zu bringen sind, D ist $= 0$, $M = \frac{0{,}128 \cdot 725^2}{8} = 8430 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$. Nach IV A. a. γ) ist: $-x^3 \frac{8{,}42}{6} - x^2 \cdot 3{,}14 \cdot 13 \cdot 0{,}15 + x \left\{\frac{8430}{40} + 4{,}14 \cdot 13 \cdot 4 \cdot 0{,}15\right\} = 13 \cdot 4^2 \cdot 0{,}15$ oder $-x^3 \cdot 1{,}403 - x^2 \cdot 6{,}12 + x \cdot 243 = 31{,}2$ oder $-x^3 - x^2 \cdot 4{,}35 + x \cdot 173 = 22{,}2$. $x = 11$ cm macht die linke Seite zu 46, $x = 11{,}1$ zu 19, also liegt die Lösung genau genug bei $x = 11{,}08$ cm; $h = 4 + 3{,}14 \cdot 11{,}08 = 39$ cm; $\varphi = 0{,}0333 \left\{\frac{11{,}08}{2} + 13 \frac{11{,}08 - 4}{11{,}08} 0{,}15\right\} = 0{,}226 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$.

Die Plattendicke ist nach VI $h^1 = x = 11{,}08$ cm. Wird $a^1 = 1{,}5$ cm neben den obigen Spannungswerten eingesetzt, und $D^1 = \varphi'^1 = 0$ beachtet, so ist nach VI 6) $x^1 = \frac{11{,}08 - 1{,}5}{3{,}14} = 3{,}05$ cm, ferner nach IV A. a. α) $\varphi^1 = 0{,}0333 \cdot \frac{3{,}05}{2} = 0{,}0508 \frac{\text{qcm}}{\text{cm}}$ und nach IV A. c. α) $\sigma_e^1 = 14 \cdot 40 \frac{11{,}08 - 1{,}5 - 3{,}05}{3{,}05} = 1200$ kg/qcm, $M^1 = \frac{40 \cdot 3{,}05}{2}\left(11{,}08 - 1{,}5 - \frac{3{,}05}{3}\right) = 520 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$.

Für eine Mittelöffnung der Platte ist nach VI 7) und 9) $k = 1:40$, die einzuführende Last $q^1 + 2p = 0{,}109 + 2 \cdot 0{,}08 = 0{,}269$ kg/qcm, also $b = \sqrt{\frac{520 \cdot 40}{0{,}269}} = 278$ cm, für ein Seitenfeld $k = 1:50$ und die Last $4\,q^1 + p = 4 \cdot 0{,}109 + 0{,}08 = 0{,}516$, $b = \sqrt{\frac{520 \cdot 50}{0{,}516}} = 224$ cm.

Die angenommene Druckeinlage der Rippen mufs $f' = 278 \cdot 0{,}15 = 42$ qcm, die Zugeinlage $f = 278 \cdot 0{,}226 = 63$ qcm betragen.

9 Quadrateisen von 2,20 cm Seite geben oben $f' = 9 \cdot 2{,}2^2 = 43{,}5$ qcm.

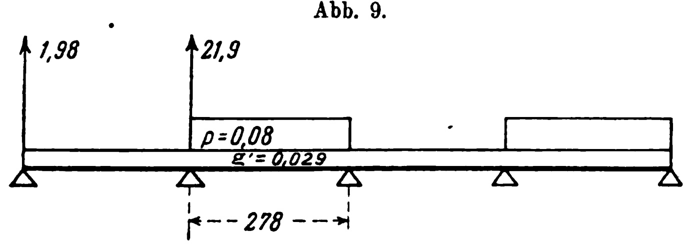
13 Quadrateisen von 2,20 cm Seite geben unten $f = 13 \cdot 2{,}2^2 = 63{,}0$ qcm.

Die Platte erhält Einlagen aus Drähten von 6 mm Durchmesser, also ist $f^1 = \frac{0{,}6^2 \pi}{4} = 0{,}282$ qcm und nach VI 8) $b = \frac{f^1}{\varphi^1} = \frac{0{,}282}{0{,}0508} = 5{,}6$ cm.

Der in Textabb. 9 dargestellte Lastzustand liefert, wenn von der Verschiedenheit der Weite des Seitenfeldes abgesehen wird, rechts von der zweiten Stütze die Querkraft $Q = 1{,}98 + 21{,}9 - 278 \cdot 0{,}029 = 15{,}83$ kg/cm, d beträgt: $11{,}08 - 1{,}5 - \frac{3{,}05}{3} = 8{,}56$ cm, also ist nach V A 2) $\tau_1^1 = \frac{15{,}83}{8{,}56} = 1{,}56$ kg/qcm, aber nach V A 1) $\tau_2^1 = \frac{0{,}282}{0{,}0508} \frac{15{,}83}{8{,}56 \cdot 0{,}6 \cdot \pi} = 5{,}47$ kg/qcm. Da letzte Spannung zu hoch ist, mufs die Querkraft durch Schrägziehen aufgenommen werden, das übrigens doch nötig ist,

um die Eisen über der Rippe oben zu haben. Bei der Berechnung der Haftspannung der Schrägeisen nach V B. 2) ergibt sich aber, dafs $2,5 \cdot d = 2,5 \cdot 8,56 = 21,4$ kg/cm schon

Abb. 9.



gröfser ist, als Q, folglich brauchten die Schrägeisen gar nicht in Anspruch genommen zu werden, der Beton nimmt die Querkraft allein schon auf.

Die Querkraft, die von der Haftspannung der wagerechten Zugeinlage aufgenommen werden kann, folgt nach V A 1) aus $4,5 = \frac{0,282 \cdot Q}{0,0508 \cdot 8,56 \cdot 0,6 \cdot \pi}$ mit $Q = 13$ kg/cm, und der Abstand z von der Rippe, in dem diese Querkraft erreicht wird genügend genau nach Textabb. 9 aus $15,81 - z \cdot 0,109 = 13$ mit $z = 25,7$ cm. In dieser Länge sind $\frac{25,7}{8,56} = 3$ Schrägziehungen möglich, also werden die Einlagen der Platte nach Textabb. 10 in drei Feldern nach oben zu ziehen sein.

Die Mafse der Platte über der Rippenmitte folgen aus dem Momente nach VI. 9) $\frac{0,109 \cdot 278^2}{10} = 842 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$, da keine Druckeinlage da ist, aus VI. A. α) mit:

$$x_1^1 = \frac{2}{3}\, 14 \cdot 0,0508 \left\{\sqrt{1 + \frac{9 \cdot 842}{2 \cdot 14 \cdot 0,0508^2 \cdot 1200}} - 1\right\}$$
$$= 3,97 \text{ cm};$$

$$\sigma_b^1 = \frac{2 \cdot 0,0508 \cdot 1200}{3,97} = 30,7 \text{ kg/qcm};$$

$$h^1_1 = 1,5 + 3,97\left(1 + \frac{1200}{14 \cdot 30,7}\right) = \underline{16,5 \text{ cm.}} \text{ (Textabb. 10).}$$

Für die Rippe ist am Lagerende:

$$Q = \frac{725\,(0,048 + 0,08)}{2} = 46,3 \text{ kg/cm},$$

der Betondruck des Druckgurtes ist:

$$\frac{40 \cdot 11,08}{2} = 221,6 \text{ kg/cm},$$

der Druck des Druckeisens

$$13 \cdot 40 \cdot 0,15 \frac{11,08 - 4}{11,08} = 49,6 \text{ kg/cm}$$

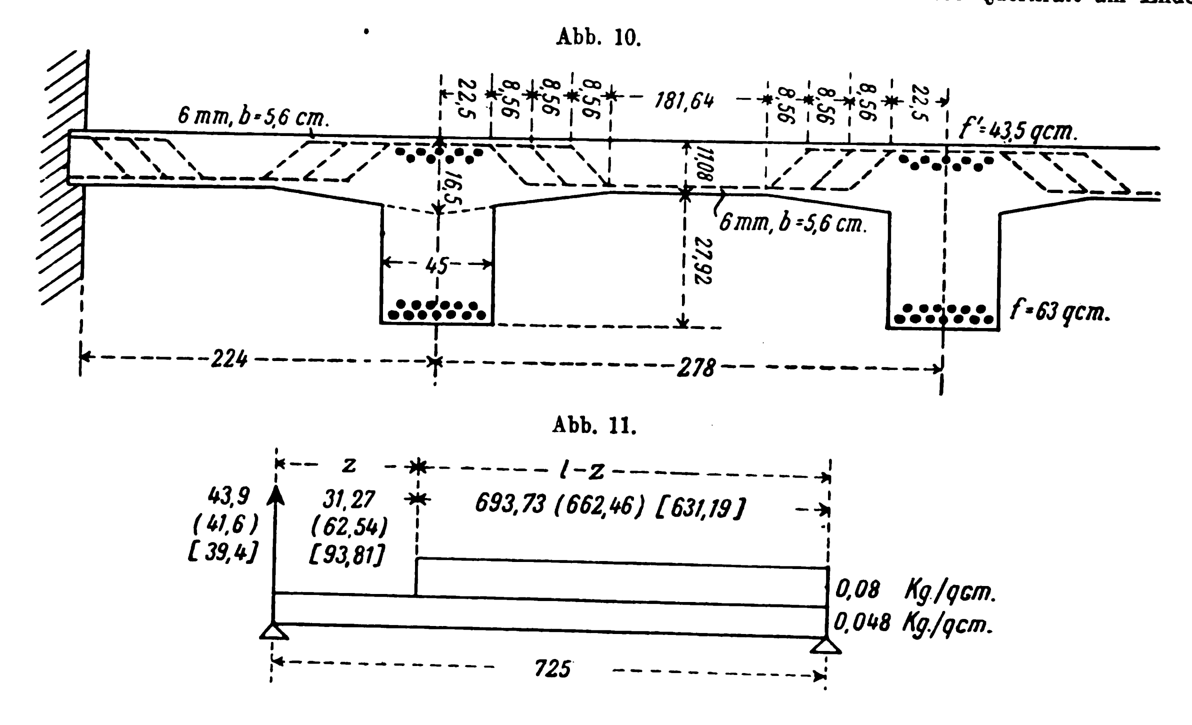
der Hebel des erstern bezüglich Betonoberkante ist (Textabb. 1) $\frac{11,08}{3} = 3,69$ cm, der des letztern 4 cm, der Abstand der Mittelkraft von $221,6 + 49,6 = 271,2$ kg/cm von der Oberkante ist also: $\frac{221,6 \cdot 3,69 + 49,6 \cdot 4}{271,2} = 3,73$ cm, folglich: $d = 39 - 4 - 3,73 = 31,27$ cm. Der erforderliche Querschnitt der Schrägeisen am Plattenende ist nach VI. 4)

$$f'' = 1,414 \frac{46,3 \frac{63}{0,226} - 31,27 \cdot b_0 \cdot 2,5}{1200}$$

Wird darin b_0 zunächst $= 45$ cm gesetzt, um 6 von den 13 Zugeisen neben einander legen zu können, so folgt $f'' = 11$ qcm, am Ende sind also 2 Quadrateisen von 2,2 cm hinaufzuziehen und eines von oben nach unten (Textabb. 12), zusammen mit $3 \cdot 2,2^2 = 14,5$ qcm Fläche, deren Haftspannung nach VI. 5) beträgt

$$\tau_2'' = \frac{0,128 \cdot \frac{63}{0,226} \cdot \frac{146,3 \frac{63}{0,226} - 31,27 \cdot 45 \cdot 2,5}{46,3 \cdot \frac{63}{0,226}}}{3 \cdot 4 \cdot 2,2}$$
$$= 0,98 \text{ kg/qcm}.$$

Nach Textabb. 11 ist die Querkraft am Ende der ersten



Aufziehung $Q = 43,9 - 31,27 \,.\, 0,048 = 42,4$ kg/cm, somit für eine zweite Aufziehung nach VI. 4)

$$f'' = 1,414 \frac{42,4 \,.\, 278 - 31,27 \,.\, 45 \,.\, 2,5}{1200} = 9,8 \text{ qcm},$$

wofür die Herauf- und Herabziehung je eines Eisens genügt, deren Haftspannung nach VI. 5) beträgt:

$$\tau_2'' = \frac{0,128 \,.\, 278 \,.\, \dfrac{42,4 \,.\, 278 - 31,27 \,.\, 45 \,.\, 25}{42,4 \,.\, 278}}{2 \,.\, 4 \,.\, 2,2} = 1,42 \text{ kg/qcm}.$$

Am Ende der zweiten Aufziehung ist nach Textabb. 11 $Q = 41,6 - 62,54 \,.\, 0,048 = 38,6$ kg/cm folglich nach VI. 4):

$$f'' = 1,414 \frac{38,6 \,.\, 278 - 31,27 \,.\, 45 \,.\, 2,5}{1200} = 8,5 \text{ qcm},$$

also ist wieder je ein Eisen herauf und herunter zu ziehen. Am Ende dieses dritten Feldes ist nach Textabb. 11 $Q = 39,4 - 93,81 \,.\, 0,048 = 34,9$ kg/cm und

$$f'' = 1,414 \frac{34,9 \,.\, 278 - 3500}{1200} = 7,25 \text{ qcm},$$

folglich ist im 4. Felde wieder ein Eisenpaar zu kreuzen.

Von der wagerechten Betonscherspannung kann nach VI. 2) eine Querkraft aufgenommen werden, die aus

$$2,5 = \frac{63 \,.\, Q}{0,226 \,.\, 31,27 \,.\, 45} \text{ mit } Q = 12,6 \text{ kg/cm folgt.}$$

Ebenso liefert V. A. 1) eine zulässige Querkraft aus:

$$4,5 = \frac{63 \,.\, Q}{0,226 \,.\, 31,27 \,.\, 13 \,.\, 4 \,.\, 2,2} = 58 \text{ kg/cm},$$

demnach kann die Rippe nur bis zu der Stelle z (Textabb. 11) von Schrägeisen frei bleiben, wo die Querkraft noch 12,6 kg/cm beträgt. Diese folgt aus:

$$\frac{725}{2}\, 0,048 + \frac{(725 - z)^2}{2 \,.\, 725}\, 0,08 - z \,.\, 0,048 = 12,6$$

mit $z = 304$ cm. $\frac{304}{31,27}$ gibt $9,75 =$ rund 10 Felder von 30,4 cm Länge mit gekreuzten Schrägeisen, mitten erhalten $725 - 2 \,.\, 304 = 117$ cm der Rippe nur die wagerechten Einlagen.

Die Hälfte einer Rippe ist in Textabb. 12 dargestellt.

VII. E. Gewölbe-Querschnitt.

Auf einen Gewölbe-Querschnitt (Textabb. 13) wirkt die Mittelkraft R aller äufseren Kräfte ein, die einen Längsdruck $D = 100$ kg/cm und ein Moment für die Querschnittsmitte $M = 100 \,.\, 27 = 2700 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ gibt. Da ein Gewölbe bei den ungünstigsten Belastungen in demselben Querschnitte annähernd gleiche positive und negative Momente aufzunehmen hat, so sollen zwei gleiche Einlagen angeordnet werden. Die Elastizitäts- und Spannungs-Zahlen sind die der Beispiele C. 2) und D, a wird $= 3$ cm angenommen, $(n - 1) \,.\, r$ ist $= 13 \,.\, 0,0333 = 0,433$. Hier liegt der Fall IV. B. a) vor, welcher liefert:

$$x^3 \,.\, 40 \{8,42 + 0,433\} - x^2 \{3 \,.\, 3,14 \,.\, 100 (1 + 0,433) + 4 \,.\, 0,433 \,.\, 40 \,.\, 3\} - x \{6 \,.\, 2700 (1 - 0,433) - 3 \,.\, 100 \,.\, 3 (1 + 0,433 \,.\, 4,14) - 3 \,.\, 0,433 \,.\, 40 \,.\, 3^2\} = 3 \,.\, 0,433 \,.\, 3 \{2 \,.\, 2700 + 3 \,.\, 100\}$$

oder

$$x^3 \,.\, 354,1 - x^2 \,.\, 1558 - x \,.\, 6200 = 22200 \text{ oder } x^3 - x^2 \,.\, 4,4 - x \,.\, 17,5 = 62,5.$$

$x = 6$ macht die linke Seite zu -47, $x = 10$ gibt links $+385$ und $x = 8$ liefert: 90. In Textabb. 14 sind die drei so erhaltenen Punkte durch eine krumme Linie verbunden, der bei der Höhe $+62,5$ die Lösung $x = 7,7$ cm entspricht. $h = 3 + 7,7 \,.\, 3,14 = $ <u>27,2 cm,</u>

$$\varphi = \frac{40 \,.\, 7,7 - 2 \,.\, 100}{2 \,.\, 1200 \left(1 - 0,433 \dfrac{7,7 - 3}{7,7}\right)} = 0,0613 \text{ qcm/cm}.$$

Werden also Rundeisen von <u>1,2 cm</u> Durchmesser eingelegt, was bei $a = 3$ cm zweckmäſsig ist, so wird

$$f = \frac{1,2^2 \pi}{4} = 1,13 \text{ qcm},$$

folglich die Teilung der Einlagen

$$b = \frac{1,13}{0,0613} = \underline{18,4 \text{ cm.}}$$

Abb. 12.

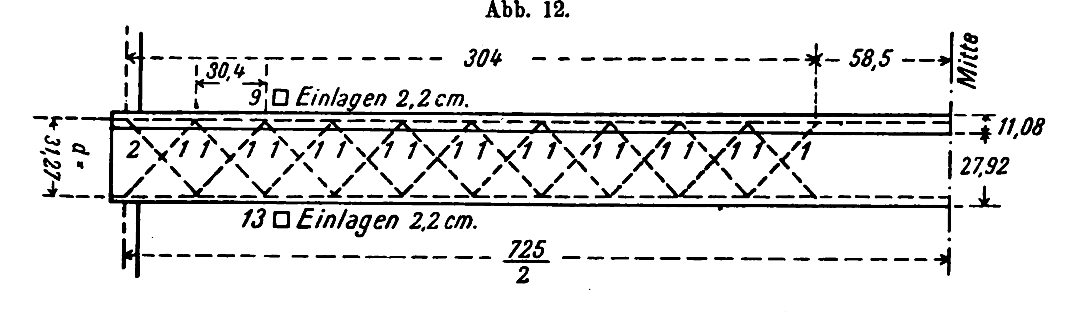


Abb. 13.

Abb. 14.

Die Querkräfte fallen bei Gewölben regelmäfsig so klein aus, dafs sie vom Beton allein aufgenommen werden können und besondere Mafsnahmen bezüglich der Eisen nicht erfordern. Letztere laufen also gleichmäfsig entlang der innern und äufsern Laibung.

Wird die Lösung zur Prüfung der Richtigkeit nach IV. B. c) umgekehrt, so folgt:

$$x = \frac{27{,}2 - 3{,}0}{3{,}14} = 7{,}7 \text{ cm}; \; D = \frac{40 \,.\, 7{,}7}{2} + 0{,}0613 \,.$$

$$\left(13 \,.\, 40 \frac{7{,}7 - 3}{7{,}7} - 1200\right) = 100 \text{ kg/cm}; \; M = 0{,}0613 \,.\, 1200$$

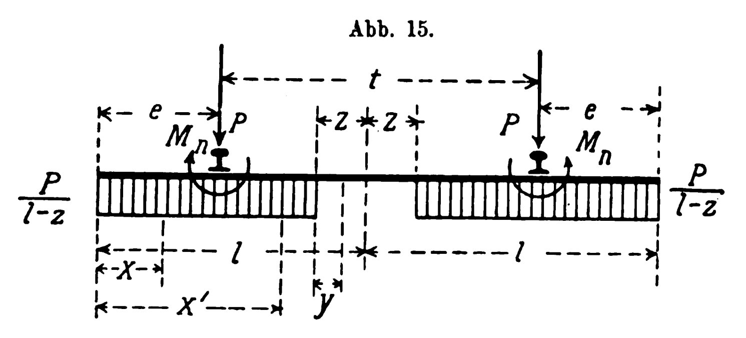
$$(27{,}2 - 2 \,.\, 3) + \frac{40 \,.\, 7{,}7}{6}(3 \,.\, 3 - 7{,}7) + \frac{100}{2}(27{,}2 - 2 \,.\, 3)$$

$= 2697 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$ statt $2700 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}}$, die Probe trifft also zu.

VII. F. Die Eisenbahn-Verbundschwelle.

Eine Eisenbahnquerschwelle der Länge 2 l hat den Schienendruck P unter jeder Schiene zu tragen, sie ist mitten auf solche Länge 2z (Textabb. 15) nicht gestopft, dafs die

Abb. 15.



Berührende der verbogenen Schwelle unter der Schiene wagerecht bleibt. Die Verteilung der Pressung soll gleichmäfsig angenommen werden. Das widerspricht zwar der von Zimmermann ausgebildeten Annahme Winkler's, nach der die Bodenpressungen in geradem Verhältnisse zu den Höhen der Biegungslinie der Schwelle stehen, aber einerseits ergeben sich die gröfsten Momente bei dieser Annahme in der Regel kleiner, als bei gleichmäfsiger Lastverteilung, und anderseits weist Bastian*) nach, dafs eine starre Platte an den Rändern erheblich gröfsern Bodendruck erzeugen mufs, als im Innern der Fläche, wodurch die Grundlagen der Winkler'schen Annahme teilweise aufgehoben werden. Der Lastzustand ist also der in Textabb. 15 dargestellte.

Die Bedingung der unveränderlichen Lage der Berührenden unter der Schiene findet ihren Ausdruck, wenn man den Differenzialquotienten der Formänderungsarbeit nach den hinzugefügt gedachten Drehmomenten M_n gleich Null setzt, und in der so entstehenden Gleichung M_n verschwinden läfst.

Für die Stelle x ist das Moment $M_x = \frac{P}{l - z} \frac{x^2}{2}$, folglich der Differenzialquotient der Formänderungsarbeit nach M_n genommen $= 0$.

Für die Stelle x' ist $M_{x'} = \frac{P}{l - z} \frac{x'^2}{2} + M - P(x' - e)$,

*) Organ 1906. Ergänzungsheft Seite 303.

also $\frac{dM_x'}{dM_n} = 1$ und der ganze Differenzialquotient der Formänderungsarbeit $\frac{dA_i}{dM_n} = \dfrac{\int_{x'=e}^{x'=l-z} M_x' \frac{dM_x'}{dM_n} dx}{EJ}$ für $M_n = 0$ und das gibt:

$$\frac{dA_i}{dM_n} = 2\int_{x'=e}^{x'=l-z}\left(\frac{Px'^2}{2(l-z)} - Px' + Pe\right) 1 \,.\, \frac{dx'}{EJ}, \text{ woraus folgt}$$

$$\frac{1 A_i}{dM_n} = \frac{2P}{EJ}\left|\frac{(l-z)^3}{6(l-z)} - \frac{e^3}{6(l-z)} - \frac{(l-z)^2}{2} + \frac{e^2}{2} + e(l-z) - e^2\right|$$

Für die ununterstopfte Strecke ist:

$$M_y = -P(l - z - e + y) + \frac{P(l-z)}{l-z}\left(\frac{l-z}{2} + y\right) + M_n =$$

$P \,.\left(e - \frac{l-z}{2}\right) + M_n$, also $\frac{dM_y}{dM_n} = 1$ und $\frac{dA_i}{dM_n}$ für $M_n = 0$ gleich

$$2\dfrac{\int_{y=0}^{y=z}\left(Pe - P\frac{l-z}{2}\right) . \, 1\, dy}{EJ} \text{ oder } \frac{dA_i}{dM_n} = \frac{2P}{EJ}\left(ez - \frac{l-z}{2} z\right).$$

Wird nun die ganze Summe des Differenzialquotienten $\frac{dAi}{dM_n} = 0$ gesetzt, und dabei $\frac{2P}{EJ}$ weggeteilt, so folgt:

$$0 = -\frac{(l-z)^2}{3} - \frac{e^3}{6(l-z)} - \frac{e^2}{2} + e(l-z) + ez - z \,.\, \frac{l-z}{2}$$

oder $\quad 0 = z^3 - 3z(l - e) + (l - e)(2l^2 - 4el - e^2)$.

Wird nun noch der Mittenabstand der Schienen t eingeführt, so ist $l - e = \frac{t}{2}$ und $e = l - \frac{t}{2}$, daher $0 = z^3 - 3z\frac{t}{2} + \frac{t}{2}\left(3l(t - l) - \frac{t^2}{4}\right)$, wonach z für alle Werte von l und t, also für alle Spurweiten und Schwellenlängen zu bestimmen ist. Soll nun die Schwelle unter Einhaltung der Bedingung, dafs sie unter den Schienen stets wagerecht bleiben mufs, auf der ganzen Länge gleichmäfsig gestopft werden, was die Aufsicht über das Stopfen erleichtert, so ist l so zu bestimmen, dafs die letzten Gleichungen $z = 0$ liefern. Das tritt ein für $l - e = 0$, also $l = e$ oder $\frac{t}{2} = 0$. Diese Lösung ist aber unmöglich, weil dann zwei Schienen in der Schwellenmitte ständen. Die Bedingung $z = 0$ wird aber nach der letzten Gleichung auch erfüllt durch $3l(t - l) - \frac{t^2}{4} = 0$, was liefert: $l = \frac{t}{2} \frac{\sqrt{1{,}5} \pm 1}{\sqrt{1{,}5}}$. Das — Zeichen hat keine Bedeutung, denn dafür würde $l < \frac{t}{2}$, was unmöglich ist. Mit dem + Zeichen folgt $l = 0{,}91\, t$. Bei $t = 1{,}5$ m Schienenmittenabstand müfste also die Schwellenlänge $2l = 2 \,.\, 0{,}91 \,.\, 1{,}5 = 2{,}73$ m gemacht werden, was mit bewährten Ausführungen übereinstimmt.

Das Moment unter der Schiene beträgt für $z = 0$

$M_s = \dfrac{\frac{P}{l}\left(l - \frac{t}{2}\right)^2}{2}$, oder für $l = 0{,}91\, t$ $M_s = 0{,}0925\, P \,.\, t$

und in der Schwellenmitte $M = P\left(\frac{l}{2} - \frac{t}{2}\right) = -0{,}045\,P.t.$

Wird nun der Schienendruck für schweren Betrieb $P = 5000$ kg, $t = 150$ cm, die Schwellenbreite = 24 cm gesetzt, so wird: $M_a = \frac{0{,}0925 \,.\, 5000 \,.\, 150}{24} = 2880 \frac{kgcm}{cm}$. Werden die Elastizitäts- und Spannungs-Zahlen der Beispiele C. 2), D und E wieder beibehalten, ferner bestimmt, dafs die Schwelle zwei gleiche Einlagen mit $a = 3$ cm erhalten soll, damit sie beliebig gehandhabt werden kann, schliefslich $D = 0$ berücksichtigt, so ist nach IV. B. a. α) $x^3\left\{1 + \frac{8{,}42}{0{,}433}\right\} - x^2 \,.\, 4 \,.\, 3 - x\left\{6\,\frac{2880}{40}\left(\frac{1}{0{,}433} - 1\right) - 3 \,.\, 3^2\right\} = 6 \,.\, 3 \,.\, \frac{2880}{40}$ oder $x^3 \,.\, 20{,}45 - x^2 \,.\, 12 - x \,.\, 537 = 1300$ oder $x^3 - x^2 \,.\, 0{,}587 - x \,.\, 26{,}3 = 63{,}5$ $x = 5, 6, 7$ gibt links der Reihe nach $-21{,}2$, $+37{,}1$, $+124{,}2$. Diese drei Punkte sind wieder in Textabb. 14 aufgetragen und verbunden, die Höhe 63,5 gibt genau genug die Lösung $x = 6{,}3$; $h = 3 + 6{,}3 \,.\, 3{,}14 = 22{,}8$ cm; $\varphi = \frac{40 \,.\, 6{,}3}{2 \,.\, 1200\left(1 - 0{,}433\,\frac{6{,}3 - 3}{6{,}3}\right)} = 0{,}136 \frac{qcm}{cm}$, also mufs für die 24 cm breite Schwelle $f = 24 \,.\, 0{,}136 = 3{,}25$ qcm sein. 9 mm starke Quadrateisen haben 0,81 qcm, also sind 4 Quadrateisen von 9 mm Seite nötig.

Das Mittelmoment ist: $M_m = -\frac{0{,}045 \,.\, 5000 \,.\, 150}{24} = 1415 \frac{kgcm}{cm}$, also folgt für die Mitte nach IV. B. a. α): $x^3\left(1 + \frac{8{,}42}{0{,}433}\right) - x^2 \,.\, 12 - x\left\{6\,\frac{1415}{40}\,1{,}3 - 27\right\} = 0{,}45 \,.\, 1415$ oder $x^3 \,.\, 20{,}45 - x^2 \,.\, 12 - x \,.\, 248 = 637$ oder $x^3 - x^2 \,.\, 0{,}587 - x \,.\, 12{,}15 = 31{,}1$, daraus folgt mittels der Auftragung wie in Textabb. 14 $x = 4{,}65$; $h = 3 + 3{,}14 \,.\, 4{,}65 = 17{,}6$ cm; $\varphi = \frac{40 \,.\, 4{,}65}{2 \,.\, 1200\left(1 - 0{,}433\,\frac{4{,}65 - 3}{4{,}65}\right)} = 0{,}0915 \frac{qcm}{cm}$. In der Mitte beträgt der Eisenquerschnitt $f = 24 \,.\, 0{,}0915 = 2{,}2$ qcm, also sind hier noch 3 Quadrateisen von 9 mm Seite mit 2,43 qcm nötig.

Die Bodenpressung ist nun $q = \frac{2 \,.\, 5000}{273 \,.\, 24} = 1{,}525$ kg/qcm, somit Q an der Aufsenkante des 11 cm breiten Schienenfufses: $Q = 1{,}525 \,.\, \left(\frac{273}{2} - 75 - 5{,}5\right) = 85{,}4$ kg/qcm.

Der ganze Betondruck unter der Schiene beträgt $\frac{40 \,.\, 6{,}3}{2} = 126$ kg/cm, er wirkt 2,1 cm von Oberkante, der Eisendruck ist $13 \,.\, 0{,}136 \,.\, 40\,\frac{6{,}3 - 3}{6{,}3} = 37$ kg/cm, er wirkt 3 cm von Oberkante, die Mittelkraft beider von 163 kg/cm wirkt $\frac{126 \,.\, 2{,}1 + 37 \,.\, 3}{163} = 2{,}22$ cm unter Oberkante, folglich ist d unter der Schiene: $d = 22{,}8 - 2{,}22 - 3 = 17{,}58$ cm.

Die Betonscherspannung ist demnach nach V. A. 2) mit $\tau_1 = \frac{85{,}4}{17{,}58} = 4{,}86$ kg/qcm zu hoch. Nach V. B. 1) mufs der Querschnitt der Schrägeisen $\varphi'' = \frac{1{,}414\,(85{,}4 - 2{,}5 \,.\, 17{,}58)}{1200} = 0{,}0488 \frac{qcm}{cm}$, der Querschnitt der Schrägeisen einer Schwelle also $f'' = 24 \,.\, 0{,}0488 = 1{,}17$ qcm sein, also sind zwei der vorhandenen Eisen zu kreuzen. Die Haftspannung wird nach V. B. 2) dabei $\tau_2'' = \frac{1{,}17 \,.\, 1{,}525}{0{,}0488 \,.\, 2 \,.\, 4 \,.\, 0{,}9}\;\frac{85{,}4 - 2{,}5 \,.\, 17{,}58}{85{,}4} = 2{,}45$ kg/qcm. Diese paarweise Kreuzung je zweier Eisen wird bis zum Schwellenende durchgeführt, also in $\left(\frac{273}{2} - 75 - 5{,}5\right)\frac{1}{17{,}58} = 3{,}2$ rund 3 Feldern.

Innerhalb der Schiene ist die Querkraft $-\frac{5000}{24} + 85{,}4 + 11 \,.\, 1{,}525 = -106$ kg/cm. Hier mufs nach V. B. 1) sein: $\varphi'' = \frac{1{,}414\,(106 - 2{,}5 \,.\, 17{,}58)}{1200} = 0{,}073 \frac{qcm}{cm}$, oder für die ganze Schwelle $f'' = 24 \,.\, 0{,}073 = 1{,}75$ qcm. Hier müssen also auch je zwei Eisen gekreuzt werden, die Haftspannung ist dann nach V. B. 2): $\tau_2'' = \frac{1{,}75 \,.\, 1{,}525}{0{,}073 \,.\, 2 \,.\, 4 \,.\, 0{,}9}\;\frac{106 - 2{,}5 \,.\, 17{,}58}{106} = 2{,}97$ kg/qcm.

Die Querkraft, die mit Rücksicht auf die Scherspannung im Beton ohne Schrägeisen aufgenommen werden kann, folgt nach V. A. 2) aus $2{,}5 = \frac{Q}{17{,}58}$ mit $Q = 44$ kg/cm, und die mittels der Haftspannung nur wagerechter Einlagen aufzunehmende nach V. A. 1) aus $4{,}5 = \frac{3{,}25 \,.\, Q}{0{,}136 \,.\, 17{,}58 \,.\, 4 \,.\, 4 \,.\, 0{,}9}$ mit $Q = 47{,}5$. Die Stelle, wo die kleinere von beiden erreicht wird, folgt nach dem Abstande w vom Schwellenende aus $\frac{5000}{24} - w \,.\, 1{,}525 = 44$ mit $w = 108$ cm, von hier nach der Mitte hin sind keine Schrägeisen mehr nötig, von hier beginnt dann auch die Einschrägung auf die geringere Stärke von 17,6 cm in der Mitte. Vom Schwellenende her sind also im Ganzen $\frac{108}{17{,}50} = 6{,}1$ rund 6 Kreuzfelder nötig.

Da je ein oberes und ein unteres Eisen zu diesen Kreuzungen verwendet werden mufs, und dann als Zugeisen fehlt, so mufs

Abb. 16.

24 cm. breit — 150 — 3 □ Eisen 9 mm. — 22,8 — 17,58 — 17,6 — 4 □ Eisen 9 mm. — 5 □ Eisen 9 mm. — 108 — 273

die untere Einlage wegen des Momentes unter den Schienen in den Schwellenteilen mit Kreuzfeldern auf 5 Quadrateisen von 9 mm Seite gebracht werden. Die obere Einlage genügt durchweg mit 3 solchen Eisen, da sie als Druckeinlage sehr wenig Wirkung hat und als Zugeinlage des Mittelquerschnittes nur dreier Eisen bedarf.

Die so festgelegte Schwelle ist in Textabb. 16 gezeichnet.

VIII. Berechnung von Durchbiegungen der Verbundkörper.

Bei den zu Grunde gelegten Annahmen ist die Festlegung der Spannungsnullinie des Querschnittes durch Berechnung von x nur ein geometrischer Vorgang. Denn die Durchbiegungen sind für Träger und Platten ganz, für Bogen fast ganz unabhängig vom Längsdrucke D, der nur gleichförmig verteilte Druckspannung, also nur gleichmäſsige Verkürzung und keine Verbiegung erzeugt. Selbst der Umstand, daſs D bei ungleichen oberen und unteren Einlagen und bei Rippenkörpern auſserhalb des Schwerpunktes wirkt, hat hierauf nur geringen Einfluſs. Die Verbiegungen hängen fast, oder ganz allein von den Momenten ab, und unter dieser Annahme ist x unabhängig von der Gröſse der Momente, die Nullinie liegt demnach in einem Körper überall gleicher Stärke, auch überall an derselben Stelle. Richtig ist diese Grundlage nicht, denn wenn man die Veränderlichkeit der Elastizitätszahl mit der Spannung berücksichtigt, so erkennt man, daſs sich die Nullinie mit der Gröſse der Momente verschieben muſs. Nachdem aber diese ganze Abhandlung auf der Annahme unveränderlicher Elastizitätszahl aufgebaut ist, was sich für die Bauausführung auch als genügend herausgestellt hat, wäre es folgeunrichtig, nun von dieser Grundlage abzugehen. Auch ist der Einfluſs der Veränderlichkeit der Elastizitätszahl gering, weil eben der Einfluſs auf die Gröſse der Spannungen in den für Bauzwecke bedeutungsvollen Fällen gering ist.

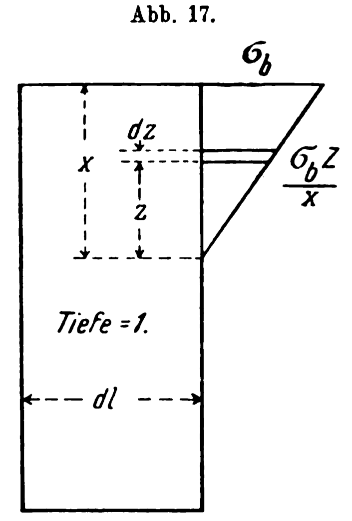
Wird nun hiernach die Ermittelung der Durchbiegungen unter Vernachlässigung von D für die tatsächlich wirkenden Momente ausgeführt, so trifft jedenfalls einer der Formelsätze IV A. b. α), IV A. b. γ) oder IV B. b. α) zu, da stets x und die Spannungen σ_b und σ_e aus dem gegebenen Momente und den gegebenen Abmessungen des auf die Durchbiegung zu untersuchenden Verbundkörpers zu berechnen sind. Diese Formelsätze zeigen aber, daſs man stets $\sigma_b = \mu\,M$ und $\sigma_e = \nu\,M$ setzen kann, worin μ und ν als die M anhaftenden Zahlenwerte aus den Formelsätzen abgelesen werden können.

Nun ist jede Durchbiegung $\delta = \frac{d\,A_i}{d\,P_n}$, worin A_i die ganze von den Momentspannungen verrichtete Formänderungsarbeit, und P_n eine in Richtung der zu ermittelnden Durchbiegung wirklich wirkende, oder in dieser nur angenommene und deshalb am Schlusse der Rechnung wieder $= 0$ zu setzende Last bedeutet. Die Formänderungsarbeit A_i aus den Momentenspannungen ist aber nach der üblichen Bezeichnungsweise $\int_0^l \frac{M^2\,d\,l}{2\,.\,E\,J}$, worin d l das Differenzial der Länge, J das Trägheitsmoment des Querschnittes ist für Verbundkörper, namentlich statisch bestimmt gelagerte, bleiben die Momente M dieselben, wie für jeden in gleicher Lage befindlichen Tragkörper, die Länge ist nur eine geometrische Beziehung; anders, als bei anderen Körpern gestalten sich aber E und J. Deshalb soll die Formänderungsarbeit eines Verbundkörperteiles der Länge d l unter dem Momente M nun wirklich ausgerechnet werden, um zu sehen, welche Gröſse bei Verbundkörpern an die Stelle von $\frac{1}{E\,J}$ treten muſs.

1. Formänderungsarbeit des Betondruckes.

Die Spannung auf dem Flächenteilchen d z (Abb. 17) ist

Abb. 17.



$\frac{\sigma_b\,z}{x}$, die Fläche d z . 1 und der Weg, das ist die Verkürzung von $d\,l = \frac{\sigma_b\,z}{x\,E_b}\,d\,l$, folglich die Formänderungsarbeit des Teilchens d l $\int_{z=0}^{z=x} \frac{1}{2}\,\frac{\sigma_b\,z\,.\,d\,z}{x}\,\frac{\sigma_b\,z\,d\,l}{x\,E_b}$, also da $\sigma_b = \mu\,M$ gesetzt wurde: $\frac{x\,\mu^2}{6\,E_b}\,M^2\,d\,l$.

2. Formänderungsarbeit der Zugeinlage.

Die Kraft ist $\varphi\,\sigma_e$, der Weg das ist die Verlängerung $\frac{\sigma_e}{E_e}\,d\,l$, also bei $\sigma_e = \nu\,M$ die Formänderungsarbeit: $\frac{\nu^2\,\varphi}{2\,E_e}\,M^2\,d\,l$.

3. Formänderungsarbeit der Druckeinlage.

Die noch nicht in Rechnung gestellte Kraft ist nach Textabb. 1 $(n-1)\,\varphi'\,\sigma_b\,\frac{x-a}{x}$, der Weg der Verkürzung ist derselbe, wie der des Beton an der Stelle der Druckeinlage, also $\sigma_b\,\frac{x-a}{x\,E_b}\,d\,l$, denn die Untersuchung ist von vorn herein so angelegt, daſs Beton und Eisen sich um Gleiches verkürzen müssen. Die Formänderungsarbeit ist für $\sigma_b = \mu\,M$ somit:

$$\frac{(n-1)\,(x-a)^2\,\varphi'\,\mu^2}{2\,.\,x^2\,.\,E_b}\,M^2\,d\,l.$$

Werden diese drei Beträge zusammengezogen, so ergibt sich als Formel für die Durchbiegung eines Verbundkörpers:

$$\delta = \frac{d \int_0^l \left\{ \frac{\mu^2}{E_b} \left(\frac{x}{3} + \frac{(n-1)\,(x-a)^2\,\varphi'}{x^2} \right) + \frac{\nu^2\,\varphi}{E_e} \right\} \frac{M^2\,d\,l}{2}}{d\,P_n}$$



Hiernach können die üblichen Durchbiegungsformeln mit genügender Genauigkeit verwendet werden, wenn statt $\frac{1}{EJ}$ die Gröfse

$$\text{VIII. 1)}\quad \frac{\nu^2\varphi}{E_e}+\frac{\mu^2}{E_b}\left[\frac{x}{3}+(n-1)\left(\frac{x-a}{x}\right)^2\varphi'\right]$$

eingeführt wird, in der bei zwei gleichen Einlagen statt φ' auch φ zu setzen ist.

Als **Beispiel** möge die Durchbiegung der Rippendecke VII D für volle Belastung mit einer Probelast von 1200 kg/qcm, der 1,5 fachen Nutzlast, berechnet werden, und zwar sollen die erforderlichen Ermittelungen so angestellt werden, als seien die Mafse der Decke noch nicht bekannt; so wird zugleich eine Proberechnung gewonnen.

Da D = 0 ist, und zwei Einlagen angeordnet wurden, liegt der Fall IV. A. b. γ) mit h = 39 cm, $\varphi = 0{,}226\frac{qcm}{cm}$, $\varphi' = 0{,}15\frac{qcm}{cm}$, a = 4 cm und den sonstigen Werten des Beispieles VII D vor. Danach ist:

$$x=(13\,.\,0{,}15+14\,.\,0{,}226).\left(\sqrt{1+2\frac{13\,.\,4\,.\,0{,}15+14\,(39-4)\,0{,}226}{(13\,.\,0{,}15+14\,.\,0{,}226)^2}}-1\right)=11{,}08\text{ cm},$$

wie früher, und der Faktor von M aus dem Ausdrucke für σ_b:

$$\mu=\frac{2}{11{,}08\left(39-4-\frac{11{,}08}{3}\right)+2\,.\,13\,.\,0{,}15\frac{11{,}08-4}{11{,}08}(39-2\,.\,4)}$$

$= 0{,}00472$, der Faktor von M aus dem Ausdrucke für σ_e durch Einsetzen von σ_b:

$$\nu = 14\,.\,0{,}00472\,\frac{39-4-11{,}08}{11{,}08}=0{,}1425.$$

Das bei VII. D ermittelte Moment war $8430\,\frac{kgcm}{cm}$, also würde hier folgen $\sigma_b = 8430\,.\,0{,}00472 = 39{,}8$ kg/qcm, $\sigma_e = 8430\,.\,0{,}1425 = 1200$ kg/qcm, die Rückrechnung stimmt also fast ganz genau.

Die als $\frac{1}{JE}$ zu benutzende Gröfse wird somit nach VIII 1)

$$\frac{0{,}1425^2\,.\,0{,}226}{2100000}+\frac{0{,}00472^2}{150000}\left[\frac{11{,}08}{3}+13\left(\frac{11{,}08-4}{11{,}08}\right)^2.\,0{,}15\right]=0{,}000000002851.$$

Die Formel für die Durchbiegung in der Mitte eines voll belasteten Trägers auf zwei Stützen ist $\frac{5\,p\,.\,l^4}{384\,.\,EJ}$, also wird die Durchbiegung in diesem Falle für p = 0,12 kg/qcm Verkehrslast:

$$\delta=\frac{5\,.\,0{,}12\,.\,725^4\,.\,0{,}000000002851}{384}=1{,}23\text{ cm}.$$

Da diese Untersuchung den Widerstand der Beton-Zugspannungen nicht berücksichtigt, so mufs die gemessene Durchbiegung etwas kleiner bleiben, als diese berechnete.

In Fällen verwickeltern Momentengesetzes, in denen keine fertige Durchbiegungsformel zur Hand ist, mufs der Wert $\frac{d\int_0^l\frac{M^2\,dl}{2}}{dP_n}=\int_0 M\frac{dM}{dP_n}dl$ erst ausintegriert werden, auf den Ausdruck VIII. 1) für $\frac{1}{EJ}$ hat das keinen Einflufs.

Vereins-Angelegenheiten.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1904.

Aus dem Vereinsberichte für das Jahr 1904 teilen wir nachstehend die wichtigsten Endergebnisse mit, denen vergleichshalber die Ziffern der beiden Vorjahre beigefügt sind.

Das Rechnungsjahr liegt nicht gleich für alle Bahnen, es bezieht sich für 34 unter den 45 deutschen Eisenbahnen und für die Rumänische Staatseisenbahn auf die Zeit vom 1. April 1904 bis 31. März 1905 und für die Chimay-Bahn auf die Zeit vom 1. Oktober 1903 bis Ende September 1904. Bei allen übrigen Vereins-Bahnen stimmt das Rechnungsjahr mit dem Kalenderjahre überein.

Im ganzen gehörten dem Vereine 79 verschiedene Bahnbezirke an, wobei die einzelnen Verwaltungsbezirke der preufsischen Staatseisenbahnen gesondert gezählt sind.

Die Bahnlänge ergibt sich aus Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I.

Jahr	Vollspurige Strecken: Hauptbahnen	Vollspurige Strecken: Nebenbahnen	Schmalspurige Strecken	Bahnlänge am Ende des Jahres	Von der Bahnlänge sind: eingleisig	zweigleisig	dreigleisig	viergleisig
	Kilometer							
1904	61223	34049	1637	96910	72308	24373	48,81	180,0
1903	60753	33163	1525	95442	71290	23922	54,0	174,9
1902	60430	31885	1488	93803	69918	23674	52,3	158,3

Die Betriebslänge betrug am Ende der Jahre 1902, 1903 und 1904:

Jahr	Ueberhaupt	Davon dienen dem Personenverkehre	dem Güterverkehre
	Kilometer		
1904	98028	96342	97831
1903	96423	94926	96233
1902	94798	93381	94598

Die Gleislängen sind der Zusammenstellung II zu entnehmen:

Zusammenstellung II.

Jahr	Länge der durchgehenden Gleise	der übrigen Gleise einschliefslich der Weichenverbindungen	sämmtlicher Gleise
	Kilometer		
1904	120292	42452	162743
1903	118476	41253	159728
1902	116564	39807	156371

Bezüglich des Oberbaues geben die nachstehenden Zusammenstellungen III und IV Aufschlufs:

Zusammenstellung III.

Jahr	Von der Länge der durchgehenden Gleise bestehen aus			Von der Länge der durchgehenden Gleise auf Einzelunterlagen entfallen auf Gleise mit							
				Schienen schwer für 1 m							
	eisernen Schienen	Stahlschienen	Zusammen	bis einschl. 30 kg/m	über 30 bis einschl. 35 kg/m	über 35 bis einschl. 40 kg/m	über 40 bis einschl. 45 kg/m	über 45 kg/m	hölzernen Querschwellen	eisernen Querschwellen	Steinwürfeln u. s. w.
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
1904	4368	115636	120004	18939	61743	22424	14492	763	98821	19479	20
1903	4934	113364	118298	18685	62214	23303	11597	683	97765	18699	19
1902	5471	110825	116296	18122	62618	23756	9292	630	96082	18295	42

Zu den durchgehenden Gleisen wurden verwendet:

Zusammenstellung IV.

Jahr	Hölzerne Querschwellen		Eiserne Querschwellen		Steinwürfel	
	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis
1904	124296351	1258	25291093	1298	27876	1407
1903	122440486	1252	24021576	1285	29055	1727
1902	119819806	1247	23230598	1270	67078	1679

Die Neigungsverhältnisse sind aus Zusammenstellung V zu entnehmen.

Zusammenstellung V.

Jahr	Bahnlängen in wagerechten Strecken		Bahnlänge in Steigungen oder Gefällen					
					im Verhältnisse			
	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	bis 1 : 200 einschl. km	von 1 : 200 bis 1 : 100 einschl. km	von 1 : 100 bis 1 : 40 einschl. km	über 1 : 40 km
1904	29914	31,39	65366	68,61	38151	16921	9913	381
1903	29510	31,42	64414	68,58	37645	16709	9684	375
1902	28915	31,32	63407	68,68	37230	16418	9392	368

Die Krümmungsverhältnisse sind der Zusammenstellung VI zu entnehmen.

Zusammenstellung VI.

Jahr	Bahnlänge in geraden Strecken		Bahnlänge in gekrümmten Strecken					
	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	überhaupt km	in % der Gesammtlänge	$R \geqq 1000$	$R \geqq 500 < 1000$	$R \geqq 300 < 500$	R>300m
					Kilometer			
1904	67741	71,09	27539	28,91	8376	8432	6790	3942
1903	66834	71,16	27090	28,84	8294	8291	6635	3870
1902	65743	71,21	26580	28,79	8206	8134	6483	3757

Der ganze Betrag des verwendeten Anlagekapitales ergibt sich aus Zusammenstellung VII.

Zusammenstellung VII.

am Ende des Jahres	im ganzen Mark	auf 1 km Bahnlänge Mark
1904	24 325 590 448	270003
1903	23 874 289 751	270433
1902	22 296 182 467	268387

Im Personenverkehre wurden geleistet:

Zusammenstellung VIII.

Jahr	Personenkilometer. Millionen						Verkehr auf 1 km. Reisende						Vom Verkehre für 1 km kommen in % auf				
	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär
1904	651,7	4624,4	18551,9	8157,9	1596,3	33582,2	7089	50303	201803	88739	17364	365104	1,94	13,77	55,25	24,3	4,8
1903	637,2	4437,6	17348,5	7732,2	1546,0	31701,5	7069	49233	192475	85786	17152	351715	2,01	14,0	54,7	24,4	4,9
1902	620,7	4277,1	16838,4	7044,6	1554,4	30335,3	6951	47898	188567	78889	17407	339712	2,05	14,1	55,5	23,2	5,1

Die entsprechenden Leistungen im Güterverkehre sind:

Zusammenstellung IX.

Jahr	Eil- u. Expreſsgut			Stückgut*)			Wagenladungen*)			Lebende Tiere			Im ganzen			Frachtfrei
	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer
1904	556264420	5960	0,99	3043924662	32614	5,44	52611353661	563710	92,25	738507834	7913	1,32	56950050577	610197	100	4419860915
1903	513708624	5621	0,94	2797897173	30613	5,20	50759951167	555396	92,45	761023067	8327	1,41	54832580031	599957	100	4422609263
1902	482827928	5338	0,94	2698715834	29835	5,23	47682050617	527133	92,44	716283443	7919	1,39	51579877822	570225	100	4265959549

*) Einschlieſslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Einnahmen aus dem Personenverkehre ausschliefslich der Einnahmen für Beförderung von Gepäck und Hunden und ausschliefslich der Nebeneinnahmen stellten sich in den drei Jahren 1902 bis 1904 wie folgt:

Zusammenstellung X.

Jahr	Gesammt-einnahme	Einnahme auf 1 Personen-Kilometer						Von den Einnahmen für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf				
		I	II	III	IV	Militär	überhaupt	I	II	III	IV	Militär
	M.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.					
1904	868020830	6,65	4,22	2,47	1,87	1,11	2,58	5,00	22,49	52,86	17,60	2,05
1903	831458029	6,71	4,30	2,50	1,90	1,12	2,62	5,15	22,94	52,20	17,65	2,06
1902	789099902	6,66	4,26	2,47	1,89	1,12	2,60	5,24	23,09	52,64	16,84	2,19

Die Einnahmen aus dem Güterverkehre waren:

Zusammenstellung XI.

Jahr	Gesammt-einnahme	Einnahmen für 1 Tonnen-Kilometer					Von der Einnahme für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf				
		Eil- und Expresgut	Stückgut*)	Wagen-ladungen*)	lebende Tiere	überhaupt	Eilgut	Stückgut*)	Wagen-ladungen*)	lebende Tiere	Nebeneinnahmen
	M.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.					
1904	2151756319	16,98	9,75	3,15	7,54	3,69	4,38	13,72	76,90	2,58	2,25
1903	2066330220	16,88	9,74	3,15	7,50	3,68	4,20	13,19	77,43	2,76	2,24
1902	1947268242	16,64	9,72	3,15	7,53	3,68	4,13	13,47	77,18	2,77	2,28

*) Einschliefslich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Gesammteinnahme aus allen Quellen betrug

im Jahre 1904 . . . . 3293751218 Mark;
« « 1903 . . . . 3162697962 «
« « 1902 . . . . 2997662284 «

Davon entfallen auf die Einnahmen:

	1904	1903	1902
aus dem Personenverkehre	27,68 %	27,61 %	27,63 %
« « Güterverkehre	65,89 «	65,90 «	65,51 «
« sonstigen Quellen	6,43 «	6,49 «	6,86 «

Die Gesammt-Ausgaben und die Ausgaben für jedes Kilometer mittlerer Betriebslänge betrugen:

Zusammenstellung XII.

Jahr	Persönliche Ausgaben		Sachliche Ausgaben		Gesammt-Ausgaben	
	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im ganzen	Für 1 km Betriebslänge
	M.	M.	M.	M.	M.	M.
1904	1013275002	10409	1044653532	10732	2073824081	21142
1903	958001246	10056	1005285785	10552	1978509923	20608
1902	927028602	9869	979321342	10425	1920888653	20294

Die Überschufsergebnisse zeigt die Zusammenstellung XIII, in welcher die wirklichen Überschüsse und Minderbeträge besonders kenntlich gemacht, auch die Verhältnisse der Betriebsausgabe zur Gesammteinnahme in % angegeben sind:

Zusammenstellung XIII.

Jahr	Einnahme-Ueberschufs		Betriebs-Ausgabe in % der Gesammt-einnahme
	Im ganzen M.	Auf 1 km Betriebslänge M.	
1904	1220002104 — 74967	13033	37,04
1903	1184257559 — 69520	12912	37,44
1902	1076953797 — 180166	11872	35,92

Betriebsunfälle sind nach Ausweis der Zusammenstellung XIV vorgekommen:

Zusammenstellung XIV.

Jahr	Entgleisungen			Zusammenstöfse			Sonstige Unfälle			Im ganzen		
	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im ganzen
1904	316	757	1073	62	582	644	1432	2889	4321	1810	4228	6038
1903	278	681	959	46	484	530	1303	2626	3929	1627	3791	5418
1902	290	793	1083	43	497	540	1347	2645	3992	1680	3935	5615

Über die vorgekommenen Tötungen (t) und Verwundungen (v) gibt die Zusammenstellung XV Auskunft:

Zusammenstellung XV.

Jahr	Reisende										Beamte								Dritte Personen								Im ganzen								
	unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen überhaupt		im ganzen auf je 1000000 Personen-Kilometer		im ganzen auf je 1000000 Personen-Wagenachs-Kilometer		unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen überhaupt		im ganzen auf 1000000 Wagenachs-Kilometer		unverschuldet		durch eigene Schuld		im ganzen überhaupt		im ganzen auf 1000000 Wagenachs-Kilometer		unverschuldet		zusammen auf 1000000 Achskilom.	durch eigene Schuld		zusammen auf 1000000 Achskilom.	zusammen		
	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v		t	v		t	v	
1904	2	308	101	275	103	583	0,003	0,017	0,014	0,08	35	402	698	1989	733	2391	0,02	0,07	5	82	572	491	577	573	0,02	0,02	42	792	0,03	1371	2755	0,127	1413	3547	[illegible]
1903	20	413	97	221	107	634	0,003	0,020	0,015	0,09	34	378	649	1790	683	2168	0,02	0,07	6	46	546	475	552	521	0,02	0,02	60	837	0,03	1292	2486	0,121	1352	3323	[illegible]
1902	11	375	98	234	109	609	0,004	0,020	0,016	0,09	45	357	614	1767	659	2124	0,02	0,07	30	96	508	538	538	634	0,02	0,02	86	828	0,03	1220	2539	0,126	1306	[illegible]	[illegible]

An Achs-, Reifen- und Schienenbrüchen kamen vor:

Zusammenstellung XVI.

Jahr	Achsbrüche		Reifenbrüche		Schienenbrüche						
	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Achsbrüche	Anzahl	Zahl der Entgleisungen durch Reifenbrüche	Anzahl: bei eisernen Schienen	bei Stahlschienen	bei Stahlkopfschienen	im ganzen	davon auf eisernen Langschwellen	auf 1 km Betriebslänge	Zahl der Unfälle durch Schienenbrüche
1904	119	40	673	17	210	13079	856	14145	148	0,15	15
1903	108	34	590	18	179	14426	525	15130	229	0,16	16
1902	117	32	750	19	475	14547	525	15547	283	0,17	5

Die vorstehenden Zifferangaben bilden nur einen kurzen Auszug aus dem Berichte, der für jeden der 79 Bahnbezirke die eingehendsten Einzelmitteilungen über Bau, Betrieb, Verwaltung, Zahl und Gehaltsverhältnisse der Angestellten, Wohlfahrteinrichtungen, Bestand und Leistungen der Fahrbetriebmittel u. s. w. enthält.

Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure.

Der norddeutsche Lokomotiv-Verband hat dem Vereine wieder für zwei Jahre je 3000 Mark für wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete des Eisenbahnmaschinenbaues zur Verfügung gestellt.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Strafsenbrücken aus Eisenbeton. — Chicago, Indianapolis und St. Louis-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Mai, Band XL, S. 496.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 15 auf Tafel XLI.

Über die Chicago, Indianapolis und St. Louis-Bahn führen zwei vor kurzem fertiggestellte Strafsenbrücken aus Eisenbeton. Die eine befindet sich bei Heerens, die andere in der Nähe von Binney, Illinois.

Die beiden Brücken unterscheiden sich hauptsächlich durch die Mittelöffnung, welche bei beiden zwischen den Pfeilermitten eine Weite von $10,06^{m}$ hat und die beiden Gleise der Bahn überbrückt. In der Brücke bei Binney sind die Träger dieser Öffnung viel höher, als bei der andern, nämlich $1,32^{m}$ bei einer Breite von $0,41^{m}$. Das Bauwerk ist an dieser Stelle eine Trogbrücke, bei welcher die Fahrbahn mit den Trägern einen Körper bildet. Die Fahrbahn ist in der Mitte $0,36^{m}$, an den Seiten $0,30^{m}$ stark, hat demnach eine Querneigung für die Entwässerung. Die Breite zwischen den Trägern beträgt $4,88^{m}$. Die übrigen Öffnungen der Brücke haben verschiedene Weiten, die in der Zeichnung rechts von der Mitte befindlichen Öffnungen haben 4,88 m und 4,57 m, die links befindlichen je 4,27 m Weite. Die Fahrbahn dieser Öffnungen hat eine gleichmäfsige Stärke von 0,30 m, an den Seiten beträgt sie jedoch 0,41 m auf eine Breite von 0,46 m und bildet so einen niedrigen Geländersockel.

Die Brücke bei Heerens ist auf ihre ganze Länge eine Deckbrücke mit einem Mittelträger, welcher unter der Fahrbahn dieselbe Höhe hat, wie die Seitenträger. In der Mittelöffnung haben die Seitenträger eine ganze Höhe von 0,91 m, die Höhe von Trägerunterkante bis Fahrbahnunterkante beträgt 0,61 m, die Stärke der Fahrbahn 0,20 m. Die Seitenträger sind 0,41 m, der Mittelträger ist 0,30 m breit. In den übrigen Öffnungen sind die Seitenträger 0,81 m hoch, und die Höhe von Trägerunterkante bis Fahrbahnunterkante beträgt 0,51 m. Die Breite der Seiten- und Mittelträger beträgt 0,25 m. Die Brücke kreuzt die Bahn unter einem schiefen Winkel.

Die Brücken haben an den Stützpunkten Querträger auf Säulen aus Eisenbeton. Der Querschnitt der mittleren Säulen ist unten 0,91 m ins Geviert und oben $0,61 \times 0,91$ m, der der seitlichen Säulen unten 0,81 m ins Geviert und oben $0,61 \times 0,81$ m. Träger, Säulen und Fahrbahn sind durch starke Kopfbänder miteinander verbunden, ausgenommen an den Brückenköpfen. Die Brückenköpfe der Brücke bei Binney haben über den Grundmauern eine Öffnung von $1,83 \times 3,35$ m, bei der Brücke bei Heerens sind die Brückenköpfe sehr niedrig und daher nicht durchbrochen. Die Eiseneinlagen sind 13 bis 32 mm dick. In jedem Träger der Mittelöffnung der Brücke bei Binney liegen unten fünf 32 mm starke Rundeisen von 10,06 m Länge; drei senkrechte Stangen dieser Stärke von 2,44 m Länge gehen von den Enden jedes dieser Träger in die Säulen hinunter. Um die fünf 32 mm starken Längseinlagen in den Trägern liegen in Mittenabständen von 0,91 m 13 mm starke U-förmige Bügel von 3,05 m Länge, deren Enden nach oben führen. Auch die übrigen Fahrbahnstangen gehen durch den Träger nach oben. Beide Brücken haben Geländer aus 51 mm weiten Gasröhren. B—s.

Bahn-Oberbau.

Elastischer Keilstofs mit einem oder zwei Keilen.

(Von J. Schuler, Ingenieur in Düsseldorf.)

Hierzu Zeichnungen, Abb. 19 bis 21 auf Tafel XL.

Bei langjähriger Verwendung des Keilstofses*) auf den badischen Staatsbahnen, der Gotthardbahn und anderen Bahnen stellte sich heraus, dafs er am Schienenstofse die den auftretenden Stofswirkungen angemessene Elastizität entbehrte, was zunächst beim Überfahren der Stofsstelle durch den hohen Ton der schwingenden Schienenenden erkennbar wurde. Die starke Erschütterung, welcher die Verbindung ausgesetzt war, bewirkte als Formänderung zunächst die Abnutzung der Laschenanlageflächen unterhalb der Schienenköpfe an der Stofslücke. Durch diese Abnutzung war jedoch die für die Stofswirkungen erforderliche Elastizität an der Stofsstelle noch nicht erreicht, weil die feste Verbindung der wagerechten Laschenschenkel mit den Schienenfufsenden die starre Verbindung der Schienenenden miteinander aufrecht erhielt Wenn die Abnutzung unterhalb der Schienenköpfe begonnen hatte, war die Verbindung der Laschen mit den Schienenköpfen an der Stofsstelle vollständig unterbrochen. Die Schienenfüfse mit den Laschen verharrten gemeinsam weiter in der ihnen gegebenen Schwingungszahl, die abhängig war von den äufseren Stofswirkungen und dem Gewichte der in Schwingung gesetzten Teile. Die Schienenkopfenden dagegen hatten nun das Bestreben, jedes für sich gemäfs ihrer äufseren Beanspruchung in eine dieser Beanspruchung entsprechende Schwingungszahl einzutreten. Dieses Bestreben von Kopf und Fufs, ungleiche Schwingungszahlen anzunehmen, verursachte eine so hohe Spannung im Schienenstege, dafs bei heftigen Stöfsen zunächst die Elastizitätsgrenze des Schienenstahles überschritten wurde, worauf bald an der schwächsten und am meisten beanspruchten Stelle, dem Endquerschnitte des Schienenendes, ein Einreifsen des Schienensteges folgte.**)

Diese schädliche Wirkung des Keilunterzuges ist beim elastischen Ein- und Zweikeilstofse aufgehoben, dann aber auch durch den elastischen Aufbau aller Teile der Radstofs auf ein Mindestmafs herabgesetzt.

Nach Abb. 19 bis 21, Taf. XL sind die Schienenköpfe und Schienenfüfse zur Vermeidung der ungünstigen Zugspannungen in den Endquerschnitten der Schienenenden in lotrechter und wagerechter Richtung im Laschengehäuse freigelegt, unter Zulassung des dadurch an der Stofslücke entstehenden geringen Höhenunterschiedes der Schienenenden beim Überrollen der Räder. Dies wird erreicht durch Verlegung der Keilauflageflächen zwischen die Schienenenden und das erste Bolzenloch, nämlich durch Erbreiterung des Oberkeiles und Anbringung einer Rille (Abb. 19 und 20, Taf. XL) oder durch Zweiteilung des Keiles Abb. 21, Taf. XL, wobei die Keile die Schienenenden etwa unter dem ersten Bolzenloche unterstützen, sowie durch Aussparung der Laschenanlageflächen unter dem Schienenkopfe und über dem Schienenfufse gegenüber der Stofslücke, welche Abänderung gleichzeitig das Durchfedern der Schienenenden gegeneinander zulässt, bevor der Radstofs auf die Schienenverbindung übergegangen ist.

Mit dieser Freilagerung der Schienenenden in der Mitte des Laschengehäuses ist ferner ein Durchfedern der nur etwa zur Hälfte auf den Schienenfüfsen auflagernden wagerechten Laschenschenkel ermöglicht und damit die elastische Überführung des Radstofses von Schiene auf Schiene durchgeführt.

Bei Abb. 19 und 20, Taf. XL, ist schliefslich, um die hier durch die Keilbreite gegebene und dadurch begrenzte Beweglichkeit der Schienenenden in dem Laschengehäuse zu erhöhen, der Unterkeil schmäler gemacht, als der Oberkeil, daher den auf dem Oberkeile aufliegenden Schienenfüfsen elastische Auflagerung gewährleistet.

Rollt ein Rad über diesen Schienenstofs, so trifft es hinter der Lücke ein lotrecht und wagerecht frei im Laschengehäuse durchfederndes Schienenende, von dem der Stofs mittels des Keilunterzuges und der durchfedernden wagerechten Laschenschenkel auf das rückliegende Schienenende übergeleitet wird, sodafs die lebendige Kraft des Radstofses in Einzelschwingungen der Schienenendquerschnitte und in Schwingungen der wagerechten Laschenschenkel gemäfs der diesen Teilen gegebenen Elastizität verbraucht wird, also Formänderungen ausgeschlossen sind. Derselbe Vorgang wiederholt sich beim Rücklaufe der lebendigen Kraft.

Hierbei können die einzelnen Teile so widerstandsfähig ausgeführt werden, dafs an keiner Stelle Überschreitungen der Elastizitätsgrenze eintreten.

Nun steht erfahrungsgemäfs beim Fahren über die Stofslücke das unbelastete Anlaufende auch bei festem Laschenschlusse stets höher, als das belastete Ablaufende, das früher bei gleicher Höhenlage angenommene Fallen des Rades in die Schienenlücke fällt hier und auch beim festen Stofse fort. Das rollende Rad stöfst also stets vor den Kopf der Anlaufschiene. Dieser Stofs dürfte in vorliegendem Falle aber sehr schwach ausfallen, weil zunächst die Höhenstufe sehr gering ist und der Keilunterzug dauernd keine höhere zuläfst. Dann aber schliest sich die Stufe an der Lücke der Rundung der Räder an, während das vom Radstofs etwa getroffene Schienenende wegen seiner elastischen Lagerung nachgibt, nahezu gleichzeitig mit dem Rade sinkt und das nachgiebige Ablaufende das Rad auf die Anlaufschiene hinaufhebt, sodafs ein nahezu stofsloser Radübergang erfolgt.

Die meisten Stofsverbindungen verdanken ihre Mifserfolge der Lockerung der Verbindungsteile, welche die Formänderung einleitet, die als Folge der Stofswirkungen eintreten mufs, wenn nicht nach dem Überrollen jedes Zuges die Verbindungschrauben nachgezogen werden, oder die Einrichtung getroffen ist, dafs jeder Zug dieses Nachstellen der Schrauben während des Überrollens selbst vornimmt. Diese Eigenschaft hat die Keilstofsverbindung vor allen anderen Stofsverbindungen voraus.

*) Organ 1898, S. 241; 1900, S. 279; Ergänzungsband XII, 1900, S. 23.

**) Anmerkung der Schriftleitung. Unseres Erachtens ist eine so verwickelte Erklärung der eingetretenen Stegrisse nicht nötig, diese erklären sich aus der Erzeugung einer sehr grofsen Querkraft aus der schneidenartigen Auflagerung am äufsersten Ende des Schienenfufses.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Verschiebebahnhof Silvis. - Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Mai, Band XL, S. 448.)

Hierzu Zeichnung Abb. 2 auf Tafel XLII.

Der Verschiebebahnhof Silvis, welcher von der Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn bei East Moline, Illinois, an der Stelle des früher als New Shops bekannten Bahnhofes neu angelegt ist, ist ungefähr 2,5 km lang und 150 m breit und kann bei rund 51 km Gleislänge ungefähr 3000 Wagen aufnehmen. Die Ostgruppe hat 18 Gleise für 1200 Wagen, die Westgruppe 12 Gleise für 1030 Wagen. Das Aufstellungsgleis fafst ungefähr 500 Wagen. Alle Hauptgleis- und Verschiebe-Weichen sind durch Stellwerke gesichert. Es ist eine vollständige Prefsluft-Anlage hergestellt, aus den nahe liegenden Werkstätten ist stets reichlicher Prefsluftvorrat vorhanden.

Der Bahnhof hat am Westende einen grofsen Lokomotivschuppen. Die Zufahrt zu diesem ist am äufsersten Westende der Westgruppe, während die Lokomotiven von und nach der Ostgruppe das unmittelbar nördlich von den Aufstellungsgleisen liegende Verkehrsgleis benutzen. Diese Anordnung gestattet freie Bewegung der Lokomotiven von und nach dem Schuppen. Die Kohlenrutschen haben an jeder Seite ein Gleis, von welchem



die Lokomotiven nach den Löschgruben und dann nach der Drehscheibe, oder um die Löschgruben herum unmittelbar nach der Drehscheibe gelangen können. Die Bekohlungsanlage hat 80 Rutschen und ein geneigtes Zufuhrgleis. Die Wagen werden auf der schiefen Ebene durch eine elektrische Winde von 25 P. S. heraufgezogen. Zwei doppelte Löschgruben sind je 39,6 m lang; acht Lokomotiven können zu gleicher Zeit löschen. Die Gruben haben ein versenktes Gleis und werden mit der Schaufel gereinigt.

Die übrigen Bahnhofsanlagen enthalten ein Eishaus von 9,1 × 91,7 m mit Ladebühne und Gebäude für die Eisbrecher, eine überdachte Umladebühne von 9,1 × 289,6 m mit Dienstgebäude am Westende, ferner in jeder Gruppe eine 14 m lange selbsttätige Gleiswage von 101,6 t Tragfähigkeit. Der Personenbahnhof Silvis liegt an der Südseite der Hauptgleise. Eine eiserne Überführung führt unmittelbar westlich vom Personenbahnhofe nach den Werkstätten. Nordwestlich vom Lokomotivschuppen befindet sich ein Übernachtungsgebäude aus Fachwerk, welches 511 000 Mark kostete und von der Speisewagen-Abteilung der Bahn unterhalten wird.

Die Gesamtkosten des Bahnhofes, ausschliefslich der Einebnung des Geländes, belaufen sich auf ungefähr 61 Millionen Mark. B—s.

Blockwerke der Handblocksignale auf der Chicago und Ost-Illinois-Bahn.

(Railroad Gazette 1906, Mai, Band XL, S. 499.)
Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel XLII.

Auf gewissen Strecken der Linien der Chicago und Ost-Illinois Bahn werden Handblocksignale verwendet. Auf eingleisigen Strecken werden diese Signale durch besonders erdachte Blockwerke elektrisch geblockt.

Abb. 1, Taf. XLII zeigt die Stromläufe. Die Blockwerke auf den beiden Stationen A und B sind einander gleich, die Erde dient als Rückleitung. Will A sein Signal für einen Zug nach B ziehen, so benachrichtigt A mittels Fernschreiber, Fernsprecher oder Glockenzeichen B und drückt dann seinen Schlüssel gegen die vordere Anlage k^1. Wenn B bereit ist, das Signal in A freizugeben, drückt er seinen Schlüssel gegen seine hintere Anlage k^2. Hierdurch wird der von der Erde kommende Strom geschlossen, E durch B's Batterie B^1 und Schlüssel nach der Strecke und durch A's Schlüssel und Übertrager r nach der Erde. Der Übertrager zieht seinen Anker an, wodurch der durch A's Magnet m gehende Strom der Batterie B^2 geschlossen wird. Der Magnet m zieht die Fallklinke an und gibt A's Hebel frei. A zieht jetzt seinen Hebel, dabei wird der durch den Magnet gehende Strom bei a unterbrochen, die Fallklinke fällt herab und liegt oben auf dem Riegel. Durch die Stromöffnung bei a wird r stromlos, sodafs der Stromkreis bei rq ebenfalls unterbrochen wird, sodafs das Signal nicht ein zweites Mal gezogen werden kann, ohne Wiederherstellung des von B kommenden Stromes. Der Wärter kann, nachdem er »frei« bekommen hat, das Ziehen des Signales so lange aufschieben, bis ein Zug sich nähert; aber solange er »frei« hat, kann er dem andern Wärter nicht »frei« geben, da seine Batterie bei c abgeschnitten ist. Am Signalmaste ist ein Stromöffner S angebracht, welcher durch den Signalflügel betätigt wird. Wenn der Flügel sich nicht in der »Halt«-Stellung befindet, ist der Stromkreis geöffnet, und keine Station kann der anderen »frei« geben. B—s.

Maschinen- und Wagenwesen.

Wirkung der Schmidt'schen Dampfüberhitzer.

Zu dem Berichte über amerikanische Heifsdampf-Lokomotiven nach den Veröffentlichungen der »Master Mechanics Association«, den wir früher*) veröffentlichten, bringen wir auf Ersuchen des Erfinders, W. Schmidt in Cassel-Wilhelmshöhe, zur Vermeidung von mifsverständlicher Auffassung der Angaben über die Verschiedenheit der Wirkung von Rohr- und Rauchkammer-Überhitzern, die folgende Ergänzung:

Die geringe Dampfwärme von nur 250° C., die sich bei Versuchen mit Heifsdampflokomotiven der »kanadischen Pacific«-Bahn mit Schmidt'schem Rauchröhrenüberhitzer ergeben hat, ist auf die im Verhältnisse zur Kesselheizfläche zu gering bemessene Überhitzerheizfläche zurückzuführen. Im allgemeinen legt der Erfinder ein Viertel der ganzen Heizfläche in den Überhitzer und erzielt dann auch beim Rauchröhrenüberhitzer stets Dampfwärmestufen von 320° bis 350° C., also dieselben, wie beim Rauchkammerüberhitzer. — In dem vorliegenden Falle der »kanadischen Pacific«-Bahn wurde entgegen diesem Erfahrungssatze nur eine Überhitzerheizfläche von 34,7 qm, oder 15 % der ganzen Heizfläche von 233,8 qm genommen. Die Überhitzung mufste danach bedeutend geringer sein, als bei dem nach üblichem Verhältnisse gebauten Rauchkammerüberhitzer der Lokomotive Nr. 548, bei der die Überhitzerheizfläche mit 28,5 qm rund 23,4 % der ganzen Heizfläche von 121,8 qm ausmachte. Die Betriebsergebnisse der preufsischen Staatsbahnen zeigen, dafs sich mit einem in richtigen Verhältnissen gebauten Rauchröhrenüberhitzer der Bauart Schmidt, dieselbe Überhitzung erzielen läfst, wie mit dem ältern Rauchkammerüberhitzer.

*) Organ 1906, S. 182.

Technische Litteratur.

Kalender für Eisenbahn-Techniker. Begründet von E. Heusinger von Waldegg. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von A. W. Meyer, Regierungs- und Baurat in Allenstein. 34. Jahrgang 1907. Nebst einer Beilage. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4 Mk.

Kalender für Strafsen- und Wasserbau- und Cultur-Ingenieure. Begründet von A. Rheinhard. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von R. Scheck, Regierungs- und Baurat in Stettin. 34. Jahrgang 1907. Nebst drei Beilagen. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4 Mk.

Mit Befriedigung können wir dem Leserkreise auch in diesem Jahre das rechtzeitige Erscheinen der beiden altbewährten Begleiter des Technikers anzeigen. Beide Kalender sind wieder auf den neuesten Stand der von ihnen vertretenen Fächer gebracht.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahnverwaltungen.

Statistik des Rollmateriales der schweizerischen Eisenbahnen, Bestand am Ende des Jahres 1905. Herausgegeben vom schweizerischen Post- und Eisenbahn-Departement. Bern, 1906.

Für die Redaktion verantwortlich: Geh. Regierungsrat, Professor G. Barkhausen in Hannover.
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. — Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

DAS

ELASTISCHE VERHALTEN DER GLEISBETTUNG

UND

IHRES UNTERGRUNDES.

VON

R. BASTIAN,

Dr.-Ing., Hauptlehrer an der städtischen Baugewerkschule zu Nürnberg.

Mit 38 Textabbildungen.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1906.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL's VERLAG.

1906.



Das elastische Verhalten der Gleisbettung und ihres Untergrundes.*)

Von R. Bastian, Dr.-Ing., Hauptlehrer an der städtischen Baugewerkschule zu Nürnberg.

I. Einleitung. — Frühere Versuche.

Das Verhalten der Gleisbettung gegenüber den Einwirkungen des Betriebes, insbesondere die Tatsache, dafs die Bettung beim Befahren des Eisenbahnoberbaues Formänderungen erleidet, die mit für die Beanspruchung des Gestänges mafsgebend sind, wurde zum erstenmal von Winkler in die Theorie des Eisenbahnoberbaues eingeführt.

M. M. v. Weber, der zuerst auf die Eindrückung der Schwellen in die Bettung hingewiesen und darüber Versuche angestellt hat, mafs den durch die Belastung hervorgebrachten augenblicklichen Formänderungen der Bettung noch keine besondere Bedeutung bei.

In seiner grundlegend gewordenen Abhandlung über die Theorie des Langschwellenoberbaues hat Winkler der Beziehung zwischen Bettungsdruck und der Einsenkung der Gleise eine Form gegeben, die heute noch ganz allgemein bei der Berechnung des Oberbaues angewendet wird. Er geht nämlich in seinen Entwickelungen von der Annahme aus, dafs in irgend einem Punkte unter der Schwelle der dort herrschende Gegendruck der Bettung p in geradem Verhältnisse zur Senkung y dieses Punktes steht, dafs also

Gl. 1. . . . . $p^{kg\,qcm} = C^{kg\,cm^3} \cdot y^{cm}$

gesetzt werden kann, wenn unter C ein von der Art der Bettung abhängiger, sonst unveränderlicher Zahlenwert verstanden wird, der heute allgemein Bettungsziffer genannt wird.

Soweit es sich um kleine elastische Formänderungen handelt, erscheint diese Annahme sehr wahrscheinlich, denn sie bildet offenbar ein Gegenstück zu der Grundgleichung der Elastizitätslehre

Gl. 2. . . . . . $\sigma^{kg\,qcm} = E^{kg/qcm} \cdot \varepsilon$.

Ein Beweis ist dieser Vergleich freilich nicht; ein solcher kann nur durch unmittelbare Beobachtung erbracht werden. Die Gl. 2. gilt bekanntlich nur innerhalb gewisser Grenzen; es ist daher anzunehmen, dafs dies auch für Gl. 1 zutrifft. Über die Grenzen, innerhalb welcher die Winkler'sche Annahme zutrifft, wie über die Gröfse von C können nur Versuche Aufschlufs geben, die entweder am befahrenen Gleise, oder an Probebettungskörpern unter Verhältnissen angestellt werden, welche die Einwirkungen des Betriebes möglichst getreu nachahmen.

Die Versuche, welche in dieser Richtung unternommen wurden, waren meist und in erster Linie auf die Ermittelung der Bettungsziffer gerichtet, so die von Häntzschel*) und Wasiutyński**). Andere Beobachter, wie Bräuning***), richteten ihr Hauptaugenmerk auf die bleibenden Veränderungen in der Gleislage, während Schubert's*) Untersuchungen hauptsächlich die Tragfähigkeit des Untergrundes und die Umbildungen der Unterbaukrone und des Bettungskörpers betrafen. Im folgenden sollen diese Versuche und ihre Ergebnisse, soweit sie für das Verhalten der Bettung bezeichnend sind, in gedrängter Kürze wiedergegeben werden.

*) Organ 1889, S. 141, 194, 227.
**) Organ 1899, S. 293.
***) Organ 1898, S. 27.

Versuche von Häntzschel.

Häntzschel**) benützte bei seinen ersten Versuchen im Jahre 1877 ein mit Wasser gefülltes Knierohr, an dessen wagrechtem Schenkel sich ein die Schienenbewegungen aufnehmender Tauchkolben befand, und dessen lotrechter Schenkel ein Wasserstandsglas mit Teilung trug, welches die Ablesungen von Senkungen bis auf etwa 0,1 mm genau dadurch ermöglichte, dafs sein Querschnitt nur $^1/_{10}$ von dem des Tauchkolbens betrug. Das Knierohr war an einem eisernen Gestelle senkrecht verschiebbar angebracht, das in 2 m Abstand von der beobachteten Schiene aufgestellt war. Die Beobachtungsfehler, die durch Senkungen des Bodens in der Umgebung des Gleises dadurch entstehen, dafs sich das Beobachtungsmittel mit senkt, und die beispielsweise die Versuchsergebnisse M. M. v. Weber's stark beeinträchtigt haben, waren also durch die weite Ausladung der Mefsvorrichtung und ihre grofse Grundfläche bedeutend verringert. Allerdings besafs die Vorrichtung noch den Mangel, dafs Schwankungen des Gestelles und Verwindungen des Schienenstranges zu beträchtlichen Beobachtungsfehlern führen konnten. Die Fahrzeuge mufsten aber langsam auf den Schienen verschoben werden, da schnelle Bewegung Emporschleudern des Wassers im Standrohre verursachte. Da die Beobachtungen zudem gezeigt hatten, dafs die Bettung bei neu hergestellten, wenn auch gut unterstopften Gleisen nicht nur während der Vorwärtsbewegung des Fahrzeuges, sondern auch während seines Ruhezustandes bleibende Senkungen erfährt, so dafs die aufgenommenen Biegungslinien mehrere Knicke zeigten, so erschien es zweckmäfsig, eine Aufschreibung der Senkungen ohne Halten des Fahrzeuges vorzunehmen.

Bei den neueren, im Jahre 1888 wieder aufgenommenen Versuchen wurden daher die Durchbiegungslinien durch einen auf dem Knierohre befestigten Hebel vom Armverhältnisse 1:10 auf einen mittels Uhrwerkes bewegten Papierstreifen selbsttätig aufgeschrieben. Die Beobachtungen erstreckten sich auf die vorübergehende und bleibende Senkung von Gleisen auf alter und neuer Kiesbettung in verschiedener Mächtigkeit und auf verschiedenartigem Untergrunde, und lassen den Einflufs des

*) Organ 1897, S. 116, 133; 1899, S. 118, 137.
**) Organ 1888, S. 184; 1889, S. 141, 194, 227.

*) Dr.-Ing.-Arbeit der Technischen Hochschule zu München.



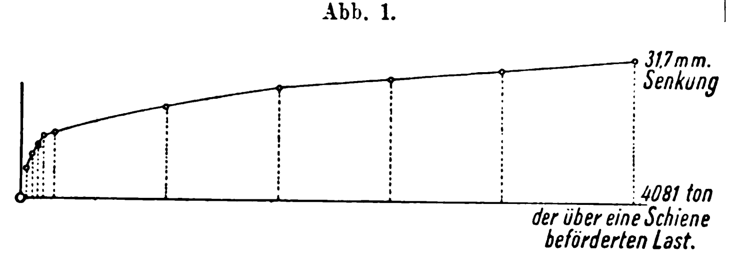
Untergrundes auf die Gröfse der Bettungsziffer gut erkennen. So ergab Kiesbettung

auf leichtem Lehmboden eine Bettungsziffer	C = 3	kg./cm³
« schwerem « « «	C = 7	«
« Felsuntergrund « «	C = 8	«

Je fester und unnachgiebiger der Untergrund ist, desto gröfser wird die Bettungsziffer. Die bleibenden Senkungen alter, im Betriebe befindlicher Gleise sind gleichfalls vom Untergrunde sehr abhängig. So gibt Kiesbettung auf Felsen eine dreimal geringere bleibende Senkung als Kiesbettung auf leichtem Lehmboden und eine dreizehnmal geringere, als Kiesbettung auf einem 7 m hohen Damme.

Für neue Kiesbettung auf Packlage und frischem Untergrunde gibt Häntzschel eine Übersicht der bleibenden Senkungen, die während längerer Betriebsdauer beobachtet wurden. In Abb. 1 sind die Ergebnisse dieser Übersicht aufgetragen.

Abb. 1.



Man erkennt aus ihr, dafs das fortgesetzte Befahren der Gleise auch fortgesetzt bleibende Senkungen erzeugt, dafs diese Senkungen aber nach längerm Befahren wesentlich kleiner werden.

Versuche mit Kleinschlag und Schlackenbettung auf befahrenem, schwerem Lehmboden ergaben für die bleibenden Senkungen günstigere Verhältnisse als Kiesbettung auf gewachsenem Felsen. Der Grund hierfür dürfte in der Form des Kleinschlages zu suchen sein, dessen scharfe Stücke sich gegenseitig stützen, und sich nicht so leicht zusammenschieben lassen, wie die rundlichen Kiesel.

Schuberts Versuche.

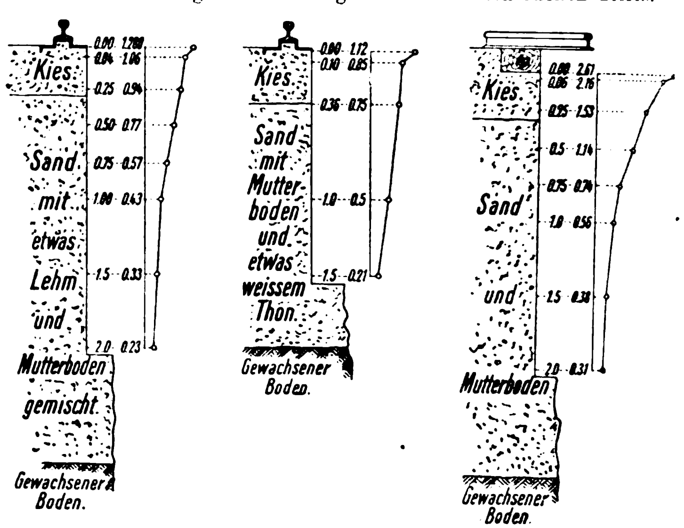
Die Versuche, welche Schubert*) an befahrenen Eisenbahngleisen angestellt hat, sollten ein bestimmtes Bild von der Druckverteilung im Bahnkörper und den Nachweis liefern, dafs sich der Druck unter den Schwellen gleichmäfsig verteilt, in der Tiefe somit geringer wird. Er verfuhr in folgender Weise:

Ein schmaler, 0,30 m breiter Schlitz wurde bis zu 2 m Tiefe rechtwinkelig zur Bahnachse in den Bahnkörper eingetrieben; der Boden wurde soviel als nötig seitlich abgesteift, und in ihn eine Anzahl scharfer, 40 cm langer Flacheisen wagrecht eingeschlagen. Die Flacheisen mufsten alle Bewegungen des Bahnkörpers mitmachen; das oberste wurde in 0,11 m Tiefe, die übrigen in 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5 und 2 m Tiefe unter der Unterbaukrone in den festgefahrenen Kieskörper eingetrieben. Die Messungen wurden derart vorgenommen, dafs in 3 m Entfernung von der Schiene eine starke Bohle fest in die Erde eingeschlagen und der Höhe der Flacheisen entsprechend mit Nägeln versehen wurde; auf diese Nägel und die Flacheisen wurde eine Wägelatte aufgesetzt, deren Neigung mit einer sehr genauen Mikrometerlibelle gemessen wurde.

*) E. Schubert, Organ 1897, S. 116, 133; 1899, S. 118, 137. Zeitschrift für Bauwesen, 1889, 1891, 1896. Zentrbl. d. B. 1889.

Die Messungen wurden mehrfach wiederholt, und jedesmal festgestellt, ob die Libellenblase nach der Entlastung auch wieder in die ursprüngliche Stellung zurückging. Das geschah meist nicht wieder vollständig, es dauerte oft ziemlich lange. Manchmal zeigte sich der vollständige Rückgang erst nach der nächsten Belastung, öfter blieben auch einige Sekunden ganz zurück. Indessen waren, wie Schubert bemerkt, die Unregelmäfsigkeiten, die vielleicht auf ungenügende Elastizität oder andere Ursachen zurückzuführen sind, immer nur unbedeutend und ohne wesentlichen Einflufs auf die Endergebnisse. Das Ergebnis der Messungen ist in Textabb. 2 für zwei Langschwellen- und einen Querschwellen-Oberbau dargestellt.

Abb. 2. Senkungen des Untergrundes in verschiedenen Tiefen.



Man erkennt daraus, dafs die elastischen Senkungen im Bahnkörper unter dem belasteten Gleise mit der Tiefe ziemlich rasch abnehmen.

Schubert nahm nun an, dafs das gewachsene Erdreich und der aufgeschüttete Erdkörper beide vollkommen elastisch seien, dafs also auch entsprechend dem Elastizitätsgesetze aus der beobachteten Senkung unmittelbar auf die Gröfse des Druckes in der jeweiligen Tiefe geschlossen werden könne. Wurde der Druck unter der Schwelle zu 2 kg/qcm angenommen, so berechnete sich beispielsweise für den ersten Versuch in 2 m Tiefe ein Druck von $2 \times \frac{0{,}229}{1{,}28} = 0{,}36$ kg/qcm.

Engesser hat aus diesen Beobachtungen die Gröfse des Druckes in verschiedenen Tiefen auf andere Weise gerechnet. In seiner Abhandlung über die Theorie des Baugrundes*) weist er nämlich darauf hin, dafs die Senkungsgröfsen η, welche Schubert fand, jeweils die Zusammenpressung des ganzen unterhalb des beobachteten Punktes liegenden Erdkörpers darstellen, dafs also auch

$$\eta = \int_z^\infty \varepsilon \, . \, dz \text{ und } \varepsilon = \frac{d\eta}{dz}, \text{ daher auch der Druck}$$

*) Engesser, Die Theorie des Baugrundes, Zentrbl. d. B. 1893.

Gl. 3) . . . . $\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{d\eta}{dz}$ ist.

Für die erste Beobachtungsreihe ergibt sich nach Engesser's Berechnung für

Zusammenstellung I.

$z = 0$	0,04	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0 m
$\eta = 1,28$	1,066	0,938	0,768	0,569	0,427	0,329	0,229 cm
$\varepsilon = 0,0084$	0,0019	0,00064	0,00042	0,00026	0,00022	0,00020	0,00018
$\sigma = 2,2$	0,46	0,154	0,1	0,06	0,053	0,048	0,043 kg/qcm

Hierbei wurde nach dem Vorgange Schubert's für $z = 0$ der Druck unter der Schwelle $\sigma_0 = 2$ Kg/qcm angenommen. Unter dieser Annahme erhält man die Elastizitätszahl

$$E = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} = 240 \text{ Kg/qcm}$$

und die Bettungsziffer

$$C = \frac{\sigma_0}{\eta_0} = 15,6 \text{ kg/cm}^3.$$

Die Zuverlässigkeit dieser Werte wird durch den nur angenähert richtigen Wert von σ_0 eingegrenzt.

Die Versuche, welche die Ermittelung der Umbildungen und der Tragfähigkeit der Unterbaukrone bezwecken, wurden von Schubert in verkleinertem Mafsstabe unter möglichst getreuer Nachahmung der Betriebseinwirkungen ausgeführt. Er bediente sich dazu eines rechteckigen oben offenen Kastens aus Eisenblech, in welchem der zu untersuchende Untergrund- und Bettung-Stoff, letzterer meist Schotter, eingebracht wurde. Die eine Langseite konnte abgenommen werden. Durch fortgesetzte Belastung der Schienen und Schwellen, die in entsprechend verkleinertem Mafsstabe auf die Bettung aufgebracht waren, wurden die Veränderungen, welche Bettung und Untergrund während des Betriebes erleiden, in kurzer Zeit erzielt. Diese Veränderungen konnten durch eine Glaswand, die hinter der beweglichen Längswand eingeschoben war, bequem beobachtet und aufgezeichnet werden. Schubert fand für den Querschwellenoberbau, dafs die Tragfähigkeit der Unterbaukrone zunahm, die bleibenden Senkungen unter den Schwellen, sowie die seitlichen Aufquellungen der Unterbaukrone geringer wurden, wenn die Bettung erhöht wurde, und dafs die seitlichen Aufquellungen ganz aufhörten, wenn die Bettungsstärke ungefähr gleich dem lichten Schwellenabstande gemacht wurde. Wurde die Versuchungsanordnung mit Wasser übergossen, so nahmen die bleibenden Senkungen bei gleicher Belastung zu, und die Tragsfähigkeit verminderte sich bedeutend.

Die Tragfähigkeit wird hier im gleichen Sinn genommen, wie die Tragfestigkeit anderer Baustoffe, und bedeutet die Grenzbelastung, deren Überschreitung den ursprünglichen Zustand der Bettung zerstört, indem gröfsere bleibende Senkungen und seitliches Ausweichen eintreten. Solange es sich um ruhende Lasten handelt, stellt also die Tragfähigkeit die äufserst zulässige Belastung dar. Für Verkehrslasten trifft dies aber nicht mehr zu. Hier tritt eine Zerstörung der Bettung schon bei geringerer Belastung ein, wenn diese nur genügend oft wiederholt wird. In der Festigkeitslehre hat man einer derartigen Beanspruchung durch Einführung der Ursprungsfestigkeit Rechnung getragen, und ganz im gleichen Sinne soll auch die Tragfähigkeit der Bettung aufgefafst werden. Sie bildet die Grenze, die von den Belastungen, welche die elastischen, für die Beanspruchung des Gestänges mafsgebenden Senkungen erzeugen, nicht überschritten werden darf, und kann nur in diesem Sinn für die Berechnung des Oberbaues als mafsgebend angesehen werden. Eine Erweiterung der Grenze für die zulässige Beanspruchung der Gleisbettung, also eine Erhöhung ihrer Tragfähigkeit, bedeutet natürlich eine wünschenswerte Verstärkung des Oberbaues.

Schubert's Versuche haben gezeigt, dafs die Tragfähigkeit durch die Mächtigkeit der Gleisbettung wesentlich beeinflufst wird und deshalb bei der Bemessung der Bettung berücksichtigt werden mufs. Die Tragfähigkeit hängt auch von der Gröfse und Gestalt der Druckfläche ab, eine Tatsache, die zuerst Schwedler*) in einer theoretisch entwickelten Formel zur Berechnung der Tragfähigkeit der Bettung berücksichtigt hat, und die durch neuere Versuche Bräunings auch bestätigt worden ist. Schwedler ging in seinen Entwickelungen davon aus, dafs bei Überschreitung der Tragfähigkeit sich Gleitflächen und Ablösungskörper ausbilden, deren Verschiebung nur durch Überwindung der Reibungswiderstände möglich ist. Für die Beurteilung der Tragfähigkeit ist also die Rauhigkeit des Stoffes mafsgebend, die durch dessen natürlichen Böschungswinkel gemessen wird. Dagegen spielt der Reibungswinkel bei Beurteilung des elastischen Verhaltens der Bettung keine Rolle **). Darum ist es auch nicht angängig, wie es schon versucht wurde, die Gröfse der elastischen Formänderungen aus dem Reibungswinkel herzuleiten.

Bräunings Versuche.

Die Beobachtungen, welche Bräuning***) zur Ermittelung der bleibenden Senkungen an verschiedenen Gleisstrecken vornahm, erstreckten sich auf eine monate- und jahrelange Betriebsdauer. Bräuning mafs die Senkungen wiederholt mittels aufserhalb der Gleise angebrachter Höhenmarken an einem quer übergespannten Kupferdrahte mit einem keilförmigen Mafsstabe und stellte sie zeichnerisch als Abhängige der Betriebsdauer dar. Die so gewonnenen Senkungslinien gestalteten sich für die einzelnen Versuchstrecken sehr verschiedenartig, doch zeigten sie, dafs alle Gleise bald nach dem Anstopfen einen nicht unbedeutenden Teil ihrer Höhenlage wieder einbüfsten. Die ersten Senkungen erfolgten bei allen Oberbauarten ziemlich

*) Schwedler, Über den eisernen Oberbau, Zentrbl. d. B. 1891.

**) Zimmermann, Das Verhalten der Gleisbettung in statischer Beziehung nach den Versuchen der Reichseisenbahnen. Organ 1888.

***) Bräuning, Veränderungen in Form und Lage des Eisenbahngestänges, Zeitschrift für Bauwesen, 1896. Der Kies als Gleisbettung. Ebenda 1904.

gleichmäfsig, selbst die ganz verschiedenen Mafse der vorangegangenen Hebung der Gleise hatten auf diese Gleichförmigkeit keinen Einflufs. Hatte nun die Bettung ihre volle Dichtigkeit wieder erreicht, so ging die weitere Senkung des Gleises langsamer und gleichmäfsiger vor sich.

Ein Vergleich der bleibenden Senkungen nach den Jahreszeiten ergab für die Monate April bis Juli aufserordentlich geringe, für den Spätsommer und Herbst aber gröfsere Senkungen. Hebungen des Gleises durch Frost wurden hauptsächlich an mangelhaft entwässerten Stellen bei eiserner wie bei hölzerner Unterschwellung beobachtet. Jeder Hebung durch Frost folgte bei Frostaufgang eine starke Senkung des Gleises.

Nachdem für die Herstellung der Eigenschaften des Schotterbettes durch Schubert's Untersuchungen reichliche Unterlagen geschaffen waren, hat Bräuning in seinen neueren Versuchen noch die wesentlichsten Bedingungen erörtert, welche beim Gleisbaue im Kiesbette zur Gewinnung einer möglichst regelmäfsigen und dauerhaften Gleislage in Betracht kommen. Die Messungen wurden zwei Jahre lang in derselben, nur im Einzelnen verbesserten Weise, wie früher, jedoch an neuen Versuchstrecken mit wechselreicheren Eigenschaften vorgenommen. Am wichtigsten erwies sich die Beobachtung in der Zeit vor dem Eintritte des Frostes, in der Zeit des stärksten Frostes und des vollständigen Frostaufganges.

In diesen Zeiten fiel vor allem der Einflufs des Untergrundes in die Augen, während in frostfreien Zeiten ein so bedeutender Einflufs der unteren Bodenarten auf die Gleislage nicht bemerkbar war. Reiner, auch feiner Sand erwies sich als ziemlich frostbeständig; ebensowenig wurden Frostauftreibungen im Kiesbette selbst festgestellt, obwohl es nicht frei von erdigen Beimengungen war. Soll das Gleis also in seiner Lage durch Frost nicht beeinflufst werden, so mufs es bis zur gewöhnlichen Frostgrenze hinab auf frostbeständiger Unterlage ruhen. Als solche kann jeder reine Sandboden auch bei feinem Korne gelten. Erst wenn das Kiesbett den umgestaltenden Einflüssen des Untergrundes und der Witterung entzogen ist, kommen die dem Bettungstoffe selbst innewohnenden Eigenschaften zur vollen Geltung.

Die dauernden Formänderungen der Bettung gehen teilweise durch Zusammenpressung des Bettungstoffes, daneben aber auch durch seitliche Wanderungen vor sich. Die möglichen Formen dieser seitlichen Wanderung haben Zimmermann*) und Schwedler**) theoretisch behandelt. Bräuning suchte unmittelbar durch Versuche ein Bild von diesen Bewegungen zu gewinnen. Zu dem Zwecke wurde in einen Kasten, ähnlich wie ihn schon Schubert zu seinen Versuchen verwendete, eine trockene Sandschüttung aus verschiedenartig gefärbten Lagen hergestellt und mit Schwellen in verkleinertem Mafsstabe so lange belastet, bis deutliche Verschiebungen in der Bettung entstanden. Die seitlichen Wanderungen äufserten sich, nachdem das Sandbett fest in sich zusammengedrückt war, in der Weise, dafs sich auf ruhender Lage ein Sandkörper ablöste; zuerst verschwommen, dann deutlicher, bis schliefslich eine Ablösungslinie gut erkennbar wurde. Die Ablösungslinien lassen die Grundform der von Schwedler theoretisch entwickelten logarithmischen Spirale gut erkennen.

Mäfsige, bis zum Zustande der Bergfeuchtigkeit vorhandene Nässe, wie sie sich meistens in dem untern tragenden Teile des Bettungskörpers findet, vermehrt den Zusammenhang und die Tragfähigkeit der feineren Kiesmassen. So wurde für Kies mit viel Feingehalt in bergfeuchtem Zustande eine zwei bis viermal so grofse Tragfähigkeit gefunden, als für Kies in trockenem Zustande, während für ein grobes Korn kein bemerkenswerter Unterschied zu erkennen war. Eine Übersättigung mit Wasser lockert dagegen den Zusammenhang namentlich des feinern Bettungstoffes, wenn dieser einem schnellen Wechsel zwischen Belastung und Entlastung ausgesetzt wird.

Die Schwellenbreite ist nach Bräunings Beobachtungen für die Beanspruchung der Bettung gleichfalls von Bedeutung, denn einerseits wird die Einheitsbelastung bei wechselnder Schwellenbreite verringert, andererseits nimmt die Tragfähigkeit der Flächeneinheit in geradem Verhältnisse mit der Schwellenbreite zu.

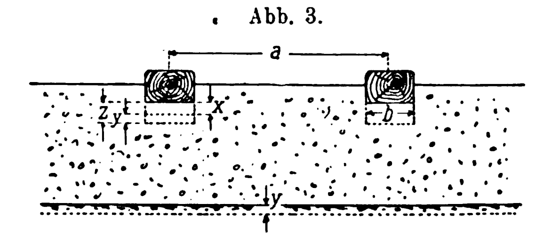
Die Beobachtungen von Wasiutyński.

Im Auftrag der Warschau-Wiener Eisenbahn hat A. Wasiutyński*) in den Jahren 1897/8 eine Reihe sehr gründlicher Beobachtungen an befahrenen Gleisen vorgenommen. Er bediente sich dazu der von W. Ast erdachten, jedoch etwas abgeänderten Mefsvorrichtung, welche die Bewegungen der Gleise unter den darüber hineilenden Zügen auf photographischem Wege, also ohne jede Kraftübertragung und ohne die aus ihr entstehenden Mängel aufzeichnet.

Wasiutyński hat unter anderm die Senkungen der Schwellen unter den mit verschiedenen Geschwindigkeiten darüberfahrenden Zügen sehr genau gemessen und gleichzeitig auch die Senkungen des Untergrundes beobachtet. Zu letzterm Zwecke stellte er zwischen zwei Querschwellen dicht bei der Schiene drei Bohrlöcher von 0,5, 1,0 und 1,5 m Tiefe her, in welche eiserne Rohre eingelassen wurden. In die so gebildeten Brunnen wurden Gasrohre 0,4 m tief unter der jeweiligen Sohle eingerammt und darauf kleine Kugelspiegel befestigt, deren Bewegungen beim Vorbeifahren der Züge aufgezeichnet wurden. Aus den beobachteten Senkungen hat Wasiutyński die für die Bettung und den Untergrund mafsgebenden Ziffern in folgender Weise gerechnet.

Die Senkung einer Schwelle setzt sich zusammen aus der Verdrückung x, die die Bettung erfährt und aus der Senkung y des Untergrundes (Textabb. 3). Nimmt man an, dafs sich der

Abb. 3.



Untergrund überall unter den Schwellen um das gleiche Mafs senkt, was in 50 cm Tiefe schon der Fall sein dürfte, so

*) Zimmermann, Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, 1888.

**) Schwedler, Über den eisernen Oberbau, Zentrbl. d. B. 1891.

*) A. Wasiutyński, Beilage zum Organ 1899.

der Druck der Schwellen auf den Untergrund durch die verteilende Wirkung der Bettung im Verhältnisse $\frac{b}{a} = \frac{1}{n}$ geringer geworden. Die Senkung des Untergrundes beträgt daher für eine Last P, wenn N die Untergrundziffer ist,

$$y = \frac{P}{n} \cdot \frac{1}{N}.$$

Wäre der Untergrund starr, so würde sich die Schwelle um einen Betrag $x = P : K$ nur wegen der Verdrückung der Bettung senken, wenn K die Bettungsziffer bedeutet. Die Senkung der Schwelle bei elastischem Untergrunde beträgt also:

$$z = \frac{P}{K} + \frac{P}{n \cdot N} = \frac{P}{C},$$

wenn C die Ziffer bedeutet, die dem Untergrunde und der Bettung zusammengenommen entspricht.

Wasiutyński schlägt vor, diese Ziffer Schwellenunterlageziffer zu nennen. Aus der eben angeschriebenen Gleichung folgt

Gl. 4) . . . . . $$\frac{1}{C} = \frac{1}{K} + \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{N}.$$

Aus Gl. 4 läfst sich auch die Unterbauziffer N berechnen, nachdem C und K aus den beobachteten Senkungsgröfsen abgeleitet sind. Nachstehend sind die für die verschiedenen Oberbauarten gefundenen Ziffern verzeichnet.

Zusammenstellung II.

Oberbau	Schwellen-Teilung a	Sohlenbreite der Schwellen b	$n = \frac{a}{b}$	Ziffern der Schwellen-unterlage: C	der Bettung: K	des Unterbaues: N
Oberbau II, 2,44 m lange Schwellen, Kiesbettung . . .	80	25	3,2	4,7	6,9	4,6
Oberbau III, 2,7 m lange Schwellen, Kiesbettung . . .	80	25	3,2	6,1	9,0	5,9
Oberbau IVa, 2,7 m lange Schwellen, verstärkter Stofs, Granitschotter-Bettung	85	25	3,4	4,8	9,5	5,4
Oberbau V, statt 12 m langer 9 m lange Schienen, sonst wie Oberbau IVa	75	25	3,0	3,4	4,6	4,4

An den Ergebnissen fällt auf, dafs der Widerstand des Unterbaues nur unerheblich kleiner ist, als der Widerstand einer 53 cm starken Schotterlage. Die Unterbauziffer für die verschiedenen an gleicher Stelle nacheinander verlegten Oberbauarten schwankt innerhalb enger Grenzen und kann annähernd gleich 5 gesetzt werden.

Die bleibenden Formänderungen und Senkungen der verschiedenen Bettungsarten wurden von Wasiutyński nicht gemessen und berücksichtigt. Aber hierin liegt grade die Überlegenheit des Schotters gegenüber der Kiesbettung, welche sich bezüglich der elastischen Senkungen günstiger verhält. Durch die Beobachtungen Häntschel's, Bräuning's, Schubert's ist festgestellt, dafs das Schotterbett bleibenden Formänderungen einen gröfsern Widerstand entgegensetzt, als eine Kiesbettung, und zwar gewinnt es seine gröfsere Tragfähigkeit vornehmlich durch die scharfkantige Form des Korns, die dem Bettungskörper einen hohen innern Reibungswiderstand verleiht, der auch durch Erschütterungen nicht sehr beeinträchtigt wird. Die abgerundeten Kieskörner weichen dem Drucke leicht aus und verlieren durch Erschütterungen ganz erheblich an Reibungswiderstand.

Wasiutyński weist darauf hin, dafs die Schwellen bei Verwendung von Grubenkies sehr häufig, insbesondere am Stofse nachgestopft werden mufsten, während an den auf Schotter gelegten Schwellen innerhalb zwei Monate keine Veränderung in der Höhenlage, in der Spurweite und der Gleichmäfsigkeit der Unterstopfung wahrgenommen werden konnte. Wenn also die Beobachtungen wider Erwarten eine gröfsere elastische Nachgiebigkeit des Granitschotters ergeben haben, so deutet dies darauf hin, dafs die Vorzüge dieser Bettungsart anderen Eigenschaften zuzuschreiben sind.

Schliefslich seien hier noch die Versuche erwähnt, die Stecewicz auf der Tambow-Saratower und auf der baltischen Bahn angestellt hat. Er fand für eine Bettung aus Grubensand mit Kies folgende Ziffern:

An Stellen ohne Auf- und Abtrag bei nachgiebigem Boden . . . . $C = 3,5$
bei festem Tonboden in Einschnitten. . . . $C = 5$
und bei sehr festem Tonboden in Einschnitten $C = 9$

Stecewicz gibt an, dafs sich bei den Beobachtungen auf der baltischen Bahn manche Schwellen fast gar nicht senkten, und glaubt daher die Möglichkeit einer Vergröfserung der Bettungsziffer bis zu $C = 45$ annehmen zu können.

II. Die Versuchsanordnung von Föppl.

Die bisher betrachteten Versuche liefsen noch manche Frage über das Verhalten der Bettung offen. Die dafür bezeichnende Bettungsziffer wurde zwar wiederholt und unter verschiedenen Umständen ermittelt; es ist aber nicht möglich, aus diesen Beobachtungen den Schlufs zu ziehen, ob und wieweit die allen Oberbauberechnungen zu Grunde liegende Annahme, dafs die Senkung der Bettung an jeder Stelle zu dem dort herrschenden Drucke in geradem Verhältnisse stehe, auch wirklich zutreffend ist. Ein Beweis für die Richtigkei dieser durch Gl. 1 ausgedrückten Annahme konnte durch unmittelbare Messungen noch nicht erbracht werden, und man hat bis jetzt die Übereinstimmung, welche sich zwischen den beobachteten und den auf theoretischem Wege aus Gl. 1 gefolgerten Formänderungen ergab, als genügenden Beweis für ihre Zulässigkeit angesehen.

Ferner wurde von mehreren Beobachtern darauf hinge-

wiesen, dafs die Gröfse und die verschiedenartige Form der Schwellen nicht ohne Einflufs auf die beobachteten Senkungen und die daraus abgeleitete Bettungsziffer sein könne. Die Versuche liefsen jedoch das Mafs der Abhängigkeit nicht deutlich zum Ausdruck kommen. Das wird erklärlich, wenn man bedenkt, in welch vielgestaltiger Weise die Senkungen der Bettung beeinflufst werden können. Da sind vor allem die unvermeidlichen Schwankungen in den Belastungen und die verschiedenartigen Achsstände der Fahrzeuge, die Fahrgeschwindigkeit, die Güte der Schwellenunterstopfung, die unter den Witterungseinflüssen wechselnde Beschaffenheit des Untergrundes und der Bettung, die Beschaffenheit des Gestänges, die neben der Gröfse und Form der Schwellen die Versuchsergebnisse offenbar beeinflussen, ohne dafs sich dieser Einflufs zahlenmäfsig angeben liefse.

Wenn man trotzdem über das Verhalten der Bettung genauere Aufschlüsse erlangen will, so ist dies nicht anders möglich, als verschiedene Bettungskörper unter vereinfachten Verhältnissen zu untersuchen, bei denen alle die erwähnten, unsicheren Mifsstände ausgeschieden sind. Die Beobachtungen müssen unter ruhenden Lasten vorgenommen, den ebengenannten, wechselnden Einflüssen entzogen und auf Schwellen einfachster Gestalt, kreisrunden oder quadratischen Platten, vorgenommen werden.

Diesen Erwägungen folgend, schien mir das Beobachtungsverfahren, das Herr Professor Föppl in seinen Vorlesungen über technische Mechanik zum erstenmal veröffentlicht hat, sehr geeignet, um das elastische Verhalten der Bettung und ihres Untergrundes auf dem Wege des Versuches zu prüfen.

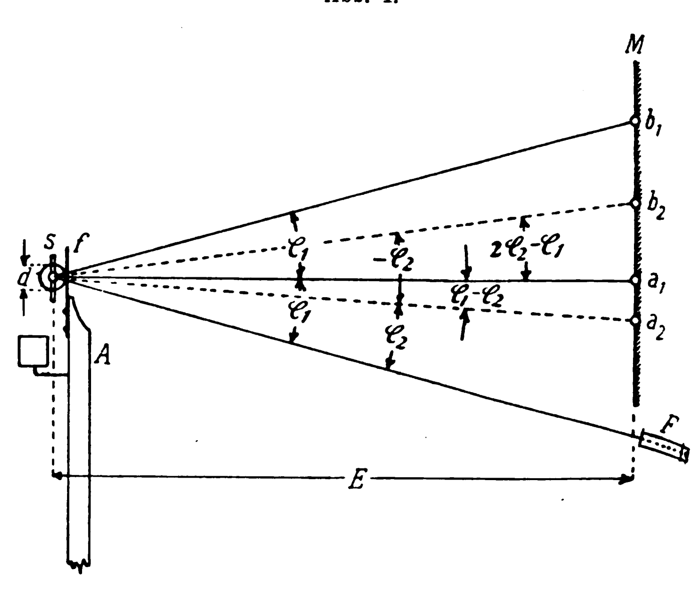
Die einfache Versuchsvorrichtung, die überaus feine Messungen gestattet, besteht im wesentlichen aus zwei Pfählen, die im Abstand von 3 m in den Boden gerammt sind und eine Eisenschiene tragen, die sich etwa 70 cm über dem Boden befindet. Unterhalb der Schiene sind kleine Holzpfähle eingeschlagen, die fest im Boden sitzen und dessen Bewegungen mitmachen. Um die Verschiebungen der Holzpflöcke gegen die in fester Lage beharrende Eisenschiene zu messen, wird an der Schiene ein Spiegelgerät befestigt. Dieses Gerät besteht aus einem kleinen Spiegel, der auf Spitzen in einer Fassung gelagert ist und auf seiner Drehachse ein Hartgummiröllchen trägt.

An dem lotrecht unter der Spiegelvorrichtung im Boden befindlichen Holzpflocke wird durch zwei Schrauben eine lotrecht stehende Stange leicht drehbar befestigt, deren oberes, besonders zugerichtetes Ende auf dem Hartgummiröllchen des Spiegelgerätes aufruht und durch ein kleines Übergewicht an dasselbe angedrückt wird. Jede Verschiebung des Holzpflockes bewirkt so eine Drehung des Spiegels, die durch ein Fernrohr beobachtet wird.

In Abb. 4 ist F das Fernrohr, das mittels eines Stativs auf einer unbeweglichen Unterlage in der Entfernung E vom Spiegel aufgestellt wird. An dem Stativ ist noch der Mafsstab M fest angebracht, dessen Bild in dem Spiegel S durch das Fernrohr F beobachtet wird.

Ist Sa_1 das Einfallslot des Spiegels, φ_1 der Winkel, den das Lot mit der Fernrohrachse einschliefst, so erblickt man an

Abb. 4.



dem Fadenkreuze des Fernrohres den Punkt b_1 des Mafsstabes. Tritt eine Senkung des Bodens ein, so senkt sich mit dem Pflocke die daran befestigte Stange A, und bewirkt durch die auf dem Hartgummiröllchen aufliegende Feder F vermöge der Reibung, die durch einen auf die Feder aufgeklebten Streifen Schmiergelpapier gesichert ist, eine Drehung des Spiegels um seine Achse. Das Einfallslot gelangt in die Lage Sa_2, sein Winkel mit der Fernrohrachse ist φ_2, und man erblickt am Fadenkreuze den Punkt b_2 der Teilung. Die Drehung des Spiegels um den Winkel $\varphi_1 - \varphi_2$ wird im Fernrohre als Unterschied der zwei Ablesungen b_1 und b_2 beobachtet.

Die erzielte Vergröfserung ist in folgender Weise zu berechnen:

Bedeutet d den Durchmesser des Röllchens, φ_1 und φ_2 die Winkel, welche die Rechtwinkelige zum Spiegel mit der Fernrohrachse vor und nach der Senkung einschliefsen, so ist die der Drehung $\varphi_1 - \varphi_2$ entsprechende Senkung der Feder F gleich $\frac{d}{2}$ arc $(\varphi_1 - \varphi_2)$.

Die Drehung des Spiegels wird im Fernrohre als das Mafs $b_1 b_2$ beobachtet. Nun ist

$$b_1 b_2 = a_1 b_1 - a_1 b_2 = E \,.\, \mathrm{tg}\, \varphi_1 - E \,.\, \mathrm{tg}\, (2\varphi_2 - \varphi_1),$$

und die Vergröfserung folgt aus dem Verhältnisse der beobachteten und der tatsächlich erfolgten Bewegung zu:

$$\frac{E \,.\, \mathrm{tg}\, \varphi_1 - E \,.\, \mathrm{tg}\, (2\varphi_2 - \varphi_1)}{\frac{d}{2} \,.\, \mathrm{arc}\, (\varphi_1 - \varphi_2)} = \frac{2E}{d} \,.\, \frac{\mathrm{tg}\, \varphi_1 - \mathrm{tg}\, (2\varphi_2 - \varphi_1)}{\mathrm{arc}\, (\varphi_1 - \varphi_2)}.$$

Für die sehr kleinen zu beobachtenden Formänderungen kann der Bogen statt der Tangente gesetzt werden:

$$\frac{\mathrm{tg}\, \varphi_1 - \mathrm{tg}\, (2\varphi_2 - \varphi_1)}{\mathrm{arc}\, (\varphi_1 - \varphi_2)} = \frac{\mathrm{arc}\, \varphi_1 - \mathrm{arc}\, (2\varphi_2 - \varphi_1)}{\mathrm{arc}\, (\varphi_1 - \varphi_2)} = 2.$$

Die Vergröfserung ergibt sich demnach zu $\frac{2E}{d} \,.\, 2 = \frac{4E}{d}$

Wurde das Fernrohr beispielsweise in 2 m Entfernung vom Spiegel aufgestellt, und betrug der Röllchendurchmesser etwa 6,3 mm, so ergab sich die Vergröfserung zu $\frac{4 \times 2000}{6,3} = 1200$.

Da am Bilde des Mafsstabes 0,1 mm noch geschätzt werden

kann, beträgt die Genauigkeit dieser Messung etwa $\frac{1}{10\,000}$ mm.

Professor Föppl stellte diese Versuchsvorrichtung zur Vornahme von Beobachtungen zur Verfügung. Die ganze Einrichtung war im Hofe des mechanisch-technischen Laboratoriums der Münchener Hochschule aufgestellt, wo ich auch die anfänglichen Beobachtungen in der gegebenen Anordnung ohne jede Abänderung vornahm.

Diese Versuche führten zu denselben Ergebnissen, die Professor Föppl schon veröffentlicht hat. Wurde nämlich ein Gufsstück von 100 kg Gewicht in verschiedenen Entfernungen von dem beobachteten Holzpflock auf den Boden aufgesetzt und wieder weggenommen, so ergaben sich die elastischen Senkungen

Zusammenstellung III.

in einer Entfernung von	20	40	60	80 cm
zu	18,3	4,1	1,4	0,6 μ

worin $\mu = 0{,}001$ mm ist.

Die Senkungen nehmen also mit der Entfernung von der belasteten Stelle sehr rasch ab, man kann die wenigstens 1,5 m von der Last entfernten Pfähle, welche die Eisenschiene und Spiegelgeräte trugen, in der Tat als unbeweglich annehmen.

Aufserdem ergaben die Beobachtungen die bemerkenswerte Tatsache, dafs nach Regengüssen die elastischen Senkungen kleiner waren, als bei trockenem Boden.

Beobachtungen mit Gewichten von 25 kg und 50 kg liefsen erkennen, dafs die Senkungen angenähert gradlinig mit den Lasten zunehmen.

Eine etwas veränderte Vorrichtung gestattete, die Einsenkungen des Bodens unter dem Gewichte selbst zu beobachten. Dabei zeigte sich, dafs diese Senkungen rascher zuzunehmen scheinen, als der vermehrten Belastung entspricht.

Weitere zuverlässige Ergebnisse waren jedoch mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse nicht zu erzielen. Der Boden des Hofes war nämlich, wie sich erst nach Aufstellung der Vorrichtung ergab, wiederholt umgearbeitet und mit Rohrleitungen durchzogen, so dafs die erforderliche gleichartige Beschaffenheit des Bodens gestört war.

Die Beobachtungen wurden zudem durch die in der Nähe des Hofes verkehrenden Fuhrwerke sehr stark beeinträchtigt. Die durch die Fuhrwerke bewirkten starken Erschütterungen pflanzten sich nämlich bis zur Beobachtungsstelle fort und brachten dort eine schnell und zuweilen sehr heftig schwingende Bewegung hervor. Die Schwingungen, welche die Ablesungen ungemein erschwerten und ihre Genauigkeit stark beeinträchtigten, traten auch immer dann auf, wenn der Wind gegen die Beobachtungsvorrichtung wehte. Die Eisenschiene, welche das Spiegelgerät trug, war zwar ebenso, wie die eingerammten Pfähle, durch einen Windschirm geschützt; dagegen konnte der Wind von der vom Boden zum Spiegelgeräte geführten Stange nicht ganz abgehalten werden, so dafs jeder Windstofs eine geringe Verbiegung der Stange und damit eine Drehung des Spiegels bewirkte.

Da die Versuchseinrichtung nicht überdacht war, mufsten die Beobachtungen bei Regen unterbrochen werden. Das gleiche war der Fall, wenn die Sonne unmittelbar auf die Vorrichtung schien.

Das war besonders bei Untersuchung der elastischen Nachwirkung des Bodens unangenehm, wozu Beobachtungen von längerer Dauer nötig waren, die aber selten ohne eine der vorgenannten Störungen blieben.

Aus diesen Gründen wurde es nötig, die Versuche in einem abgeschlossenen Raum vorzunehmen und an einen Ort zu verlegen, wo der Boden noch unberührt, in seinem Gefüge gleichartig und den im Getriebe der Grofsstadt unvermeidlichen Erschütterungen nicht ausgesetzt ist.

III. Die neue Versuchsanordnung.

In Utting, einem stillen Dorfe am westlichen Ufer des Ammersees, fand ich einen für die Versuche gut geeigneten Ort. Der Boden besteht dort meist aus Kies- und Schotter-Bänken, welche auf tertiären Schichten, dem Flinz, ruhen. An den höheren Stellen liegt auf dem Kiese eine meist dünne Schicht Ackererde, an den tieferen Stellen finden sich unter dem Ackerboden oft starke Lagen von Seekreide, auch Alm- und Weifserde genannt.

Diese Seekreide, die in Moorgegenden häufig den Untergrund der Wiesen bildet, entsteht dadurch, dafs stark kalkhaltiges Wasser an diesen Stellen reichlich Kalk ausscheidet. Sie besteht daher im wesentlichen aus einem Kalksande, dessen Beschaffenheit derart ist, dafs er gerne als Putz- und Polier-Mittel verwendet wird.

Derart war auch der Untergrund der Wiese, auf der der Schuppen für die Versuchseinrichtung aufgestellt wurde.

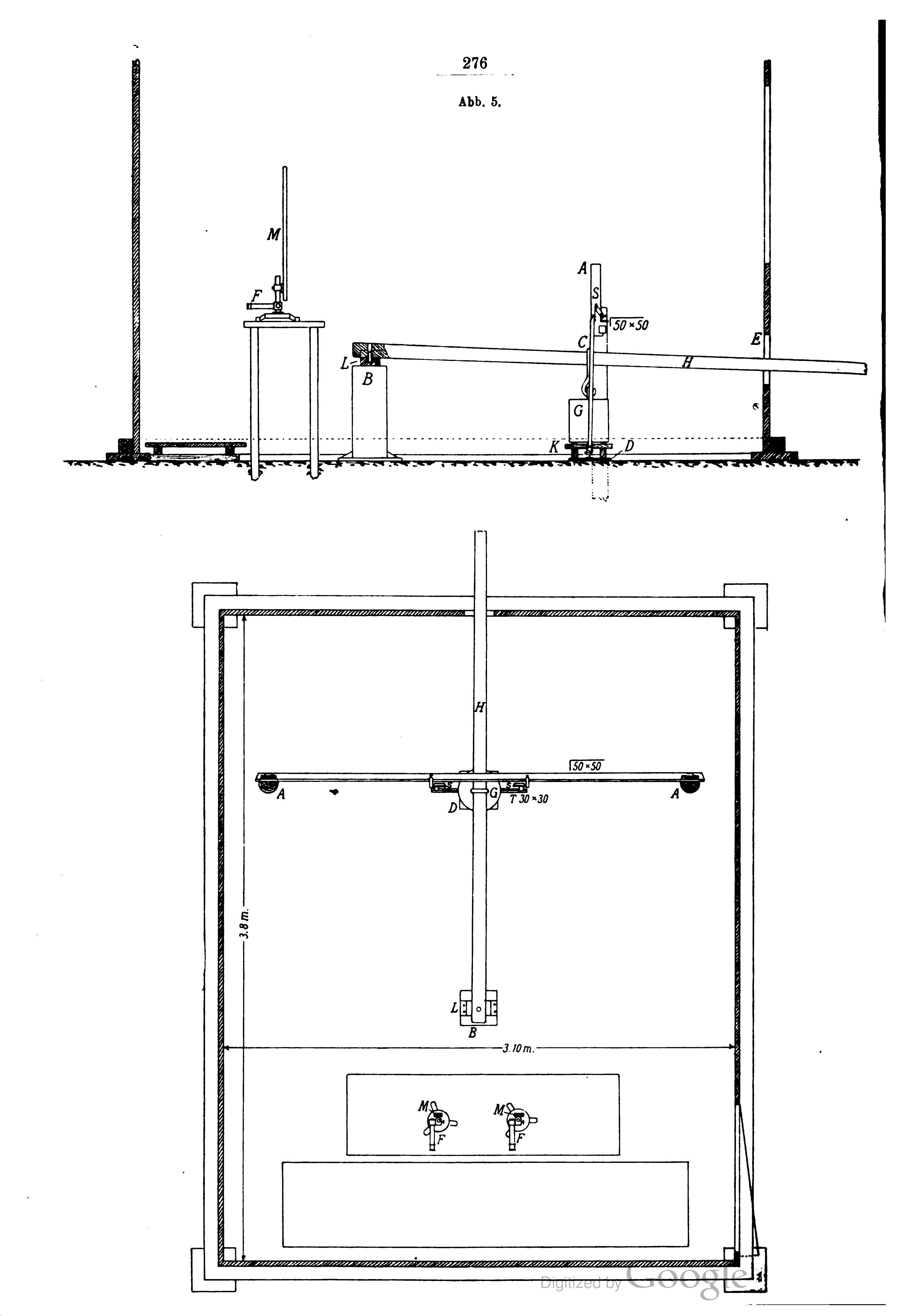
An der für die Beobachtungen ausgewählten Stelle war nach Abhebung des Rasens mit den Wurzeln die Mutterbodenschicht ungefähr noch 30 cm stark. In dieser Tiefe ging die Ackerkrume allmälig in die Seekreide über, die sich ungefähr bis in 1 m Tiefe erstreckte, wo sie dann reichlicher von Kies durchsetzt war, bis sie sich schliefslich ganz im Schotter verlor.

Nachdem der Boden im Innern des Schuppens lediglich durch Abtragen der Erhöhungen ohne Auffüllung von Vertiefungen geebnet war, so dafs die Grundfläche ganz aus gewachsenem Boden bestand, wurde die Versuchseinrichtung nach Textabb. 5 angeordnet.

A sind die in 2,7 m Abstand etwa 60 cm tief im Boden festgestampften Pfähle, die bei $3{,}8 \times 3{,}1$ m Schuppengröfse ziemlich nahe an die Längswände zu stehen kamen. Daher war zu befürchten, dafs sie bei starkem Winde kleine Senkungen erfahren hätten, wenn die Grundschwellen des Schuppens dort auf dem Boden aufgeruht und ihn entsprechend dem Winddrucke mehr oder weniger belastet hätten. Diese wurden deshalb an den vier Ecken auf starke Steinplatten so gelagert, dafs sie den Boden an keiner Stelle berührten. So wurde der Winddruck ausschliefslich an den Ecken auf den Boden übertragen, deren Entfernung von den Pfählen und der Beobachtungsstelle auch bei stärkstem Winde jede Einwirkung auf den Spiegel ausschlofs.

An den Pfählen A A war ein Winkeleisen 50×50 für die beiden, mit Klemmschrauben festgeklemmten Spiegelvorrichtungen S befestigt.

Abb. 5.



Zur Belastung des Bodens befand sich auf einem kräftigen Pfosten B ein hölzernes Lager L, in dem der Hebel H ruhte.

Der Hebel war etwa 5 m lang, so dafs die bei C aufgehängten, bis zu 0,25 t schweren Gewichte von einem Manne noch bequem gehoben und gesenkt werden konnten.

Die Hebel-Öffnung in der Wand bei E war durch Tücher verhängt, so dafs der Wind abgehalten, dem Hebel aber Spiel für die erforderlichen Bewegungen gegeben war.

An dem Haken bei C war das Gewicht G aufgehängt, dafs sich beim Niedergehen des Hebels auf den hölzernen Schemel K aufsetzte und dadurch eine eiserne Druckplatte D belastete, die auf dem Boden satt aufgelagert war. Auf die satte Lagerung der Platte wurde wegen der dadurch bedingten gleichmäfsigen Verteilung des Druckes auf den Boden die gröfste Sorgfalt verwendet. Die etwas mühsame Arbeit, den Boden solange abzurichten, bis die Platte an allen Punkten aufsitzt, machte sich durch die gute Übereinstimmung der Versuchsergebnisse bezahlt.

Zur Übertragung der Hebungen und Senkungen der Druckplatte auf den Spiegel war auf die Platte ein T-Eisen aufgeschraubt, auf dessen Steg zwei Klötzchen befestigt wurden, welche die beiden in die Höhe geführten Stäbe trugen. Die Stäbe waren an ihrem unteren Ende mit Pfanne und Stellschrauben auf den Klötzchen drehbar gelagert und ruhten an ihrem oberen Ende mit einer Stahlfeder auf dem Hartgummiröllchen des Spiegels.

Durch Verwendung zweier Spiegel wurde den Beobachtungsfehlern, die durch einseitige Senkungen der Druckplatte entstehen können, vorgebeugt, und stets das Mittel aus den Ablesungen an beiden Spiegeln als das Mafs der erfolgten Bewegung betrachtet.

Die Druckplatte erhielt im Laufe der Untersuchungen verschiedene Gestalt. Bei den ersten Versuchen wurde eine 10 mm starke, quadratische Platte verwendet, die bei 23 cm Kantenlänge 550 qcm Druckfläche hatte.

Um die Stöfse und Erschütterungen beim Aufsetzen der Gewichte auf den Schemel möglichst zu verringern, wurden auf dem letzteren mit gutem Erfolge Filzpolster befestigt.

Aufserdem war der Holzschemel so eingerichtet, dafs er die eiserne Druckplatte immer nur in drei Punkten belastete. Dadurch wurde bewirkt, dafs die Last bei den zahlreichen aufeinander folgenden Belastungen immer wieder in der gleichen Weise auf die Platte verteilt und auf den Erdboden übertragen wurde. Anscheinend hat auch diese Anordnung auf die gute Übereinstimmung der Versuchsergebnisse günstigen Einflufs ausgeübt.

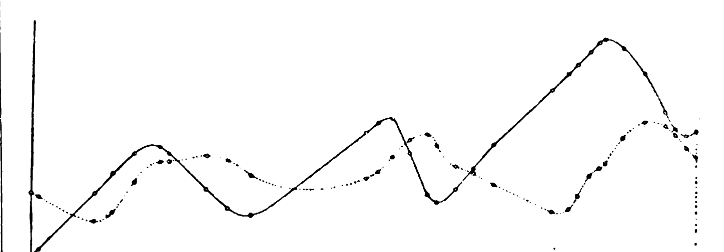
Obwohl die Beobachtungstelle etwa 50 m von der Fahrstrafse entfernt war, wurde durch die nicht zahlreichen vorbeifahrenden Fuhrwerke eine immerhin bemerkbare Störung der Beobachtungen verursacht. Die elastischen Schwingungen des Bodens pflanzten sich bis zur Beobachtungstelle fort und bewirkten hier noch deutlich wahrnehmbare Bewegungen der Spiege. Da die Übertragung der Bewegung vom Boden auf den Spiegel keine zwangläufige ist, sondern durch Reibung geschieht, so vermag der Spiegel, dessen Masse immerhin beträchtlich ist, den ungemein schnellen Schwingungen des Bodens nicht vollkommen zu folgen, daher tritt Gleiten des Röllchens auf der Stahlfeder ein.

Die grofse Genauigkeit der Messungen bedingte eine oft unangenehme Empfindlichkeit der Versuchsvorrichtung. So brachten die Schritte eines an dem Schuppen vorbeigehenden Menschen an der Beobachtungstelle deutlich wahrnehmbare Senkungen des Bodens hervor. Sogar die Züge der 1 km entfernten Eisenbahn erzeugten noch Schwingungen des Spiegels. Aber selbst bei völliger Ruhe waren noch Bewegungen des Spiegels wahrnehmbar, die durch Formänderungen des Mefsgerätes infolge von Wärmeschwankungen hervorgerufen wurden. Eine Ausdehnung der vom Boden zum Spiegel geführten Stange erschien als Hebung, eine Verkürzung als Senkung des Bodens.

Diese scheinbaren Bodenbewegungen machten sich insbesondere bei Dauerversuchen zur Feststellung der elastischen Nachwirkung bemerkbar und erreichten bei längerer Beobachtungsdauer eine Gröfse, welche den Betrag der elastischen Nachwirkung in der gleichen Zeit oft überstieg. Daher mufsten die scheinbaren Hebungen und Senkungen des unbelasteten Bodens festgestellt werden.

Das Ergebnis der Beobachtungen ist in Textabb. 6 dargestellt. Die gestrichelte Linie gibt den Verlauf der Wärmeänderungen, die ausgezogene die beobachteten Hebungen und Senkungen an. Die Beobachtungsdauer war etwa 70 Stunden, die Zeiten sind als Längen aufgetragen.

Abb. 6. Bewegungswellen der Mefsvorrichtung.



Wärme. Mafsstab der Höhen 1° = 0,8 mm.
Senkungen und Hebungen. Mafsstab der Höhen 1 mm = 4 μ.

Man ersieht aus den Schaulinien deutlich, dafs einer Zunahme der Luftwärme eine scheinbare Senkung, der Abkühlung eine Hebung des Bodens entspricht. Dadurch, dafs sich die Wirkung der Wärmeänderung erst nach einiger Zeit bemerkbar macht, tritt eine gewisse Verschiebung der beiden Linien ein.

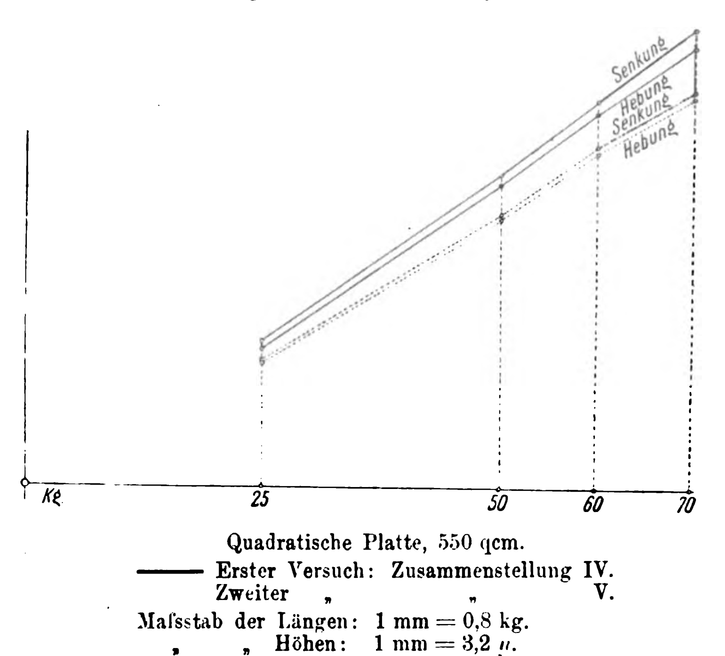
Obwohl nun Ursache und Wirkung im Verlaufe der Linien gut zu erkennen sind, ist ihre gegenseitige Abhängigkeit doch nicht derart, dafs aus der Beobachtung der Wärmeänderung allein auf die zahlenmäfsige Gröfse der durch sie bewirkten Hebung oder Senkung geschlossen werden könnte. Die wegen der Wärmeschwankungen nötige Berichtigung der Beobachtungen mufste daher in anderer Weise vorgenommen werden, und zwar für Beobachtungen von kurzer Dauer dadurch, dafs für Belastung und Entlastung gleiche Zeitdauer eingehalten wurde. Aus der beobachteten Senkung und Hebung wurden die Mittelwerte gebildet und als das Mafs der erfolgten Bewegung angesehen.

Beobachtungen von längerer Dauer wurden dagegen von vornherein nur in den Stunden vorgenommen, in welchen die durch Wärme bewirkte Veränderung nach Mafsgabe der Zeit erfolgte, der Verlauf die Linie in Textabb. 6 also nahezu geradlinig war. Das Mafs der Veränderung wurde dabei durch einige, dem eigentlichen Versuche vorausgehende Beobachtungen ermittelt und der nachträglichen Berichtigung der Versuchszahlen zu Grunde gelegt. Diese Zeit gradlinigen Verlaufes lag zwischen 9 Uhr abends und 9 Uhr vormittags, die Dauerbeobachtungen mufsten daher nachts vorgenommen werden.

IV. Vorversuche. Die elastische Nachwirkung.

Die ersten Versuche wurden mit einer quadratischen Platte von 10^{mm} Stärke und 550 qcm Druckfläche vorgenommen, die auf den sorgfältig geebneten Erdboden gelegt und mit Gewichten von 25 bis 70 kg belastet wurde. Die Ergebnisse dieser ersten Versuchsreihen sind in den Zusammenstellungen IV und V aufgeführt und in Textabb. 7 aufgezeichnet.

Abb. 7. Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten.



Quadratische Platte, 550 qcm.
——— Erster Versuch: Zusammenstellung IV.
Zweiter „ „ V.
Mafsstab der Längen: 1 mm = 0,8 kg.
„ „ Höhen: 1 mm = 3,2 μ.

Die durch die Belastung bewirkte Senkung des Bodens bedarf ebenso, wie die der Entlastung folgende Hebung zu ihrer Ausbildung einer gewissen Zeit. Diese Erscheinung der allmäligen Ausbildung und Rückbildung der Formänderung, die elastische Nachwirkung genannt wird, machte Zeitbeobachtungen erforderlich. Der Boden wurde wiederholt mit demselben Gewichte und zwar jedesmal 3,5 Minuten lang belastet, in derselben Zeit wurde entlastet. Die an den Spiegeln beobachteten Senkungen und Hebungen der Platte wurde in $0{,}001^{mm} = \mu$ eingetragen. Während der 3,5 Minuten dauernden Belastungen und Entlastungen wurden Ablesungen nach 0,5 Minuten und dann viermal nach weiteren je 0,75 Minuten gemacht. Die Mittelwerte aus den nach einer halben Minute beobachteten Senkungen und Hebungen wurden in Textabb. 7 als Höhen, die zugehörigen Lasten als Längen aufgetragen.

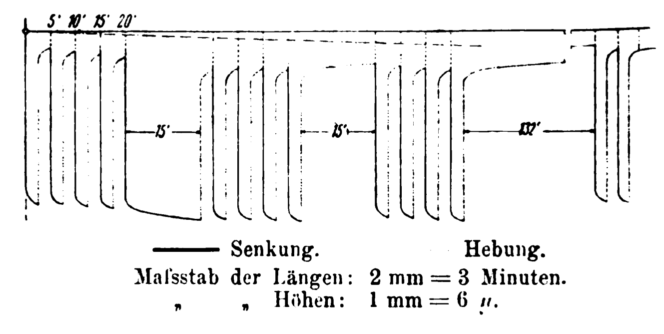
Die Formänderungen erscheinen so als Abhängige der Lasten. Die Hebungen bleiben hinter den Senkungen um so mehr zurück, je gröfser die Belastungen sind, die bleibende Verdrückung wächst also mit der Last. Ferner nehmen die Formänderungen innerhalb der Versuchsgrenzen rascher zu, als die Lasten, das Verhältnis ist aber bei der ersten Versuchsreihe ein anderes, als bei der zweiten, die 3,5 Stunden nach der ersten aufgenommen wurde. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dafs sich die elastische Nachwirkung verschieden bemerkbar gemacht hat, da bei der ersten Versuchsreihe zuerst mit 70 kg belastet und dann bis 25 kg herabgegangen wurde, während bei der zweiten Reihe die Belastung von 25 kg bis 70 kg stieg.

Nähere Betrachtung der Zusammenstellungen IV und V zeigt aufserdem, dafs die Senkung innerhalb derselben Laststufe nach jeder Wiederholung der Belastung geringer wird, während dies bei den Hebungen nicht in gleichem Mafse der Fall ist. Zusammenstellung V läfst sogar durchweg eine Zunahme der Hebung erkennen. Dieser Versuch zeigt erst, dafs sowohl die Festigkeit des Bodens als auch seine Elastizität mit der Zahl der erfolgten Belastungen zunimmt. Diese Erscheinung ist teilweise auf die allmälige Verdichtung und erhöhte Festigkeit durch bleibende Formänderungen des Bodens, teilweise auf die elastische Nachwirkung des Bodens zurückzuführen.

Mit Rücksicht auf die späteren Untersuchungen war es daher nötig, die elastische Nachwirkung, insbesondere die Abhängigkeit des elastischen Verhaltens von den vorausgegangenen Belastungen, für den Erdboden vorher noch genauer festzustellen. Das geschah durch folgenden Versuch.

Eine kreisförmige Platte von 10^{mm} Stärke und 550 qcm Druckfläche wurde wiederholt mit demselben Gewichte von 70 kg belastet. Die Senkungen und Hebungen wurden 0,5, 1,25 und 2 Minuten nach erfolgter Belastung und Entlastung abgelesen. Das Ergebnis der Beobachtungen ist in Textabb. 8 veranschaulicht.

Abb. 8. Darstellung der Senkungen und Hebungen einer kreisrunden Platte, 550 qcm, bei einer Belastung von 70 kg.



——— Senkung. Hebung.
Mafsstab der Längen: 2 mm = 3 Minuten.
„ „ Höhen: 1 mm = 6 μ.

Da die elastische Nachwirkung während längerer Beobachtungszeiten ermittelt werden sollte, waren vor dem Versuche die aus den Wärmeänderungen zu erwartenden Bewegungen des Spiegels festzustellen. Zu dem Zwecke wurde der Stand der Spiegel von 9 Uhr abends bis 3^{45} früh verfolgt, nachdem 48 Stunden lang keine Belastung erfolgt war, und daraus eine mittlere Hebung von 7,5 μ in der Stunde ermittelt. Dieses Mafs wurde als für den unmittelbar anschliefsenden Versuch mafsgebend angesehen. In dem Achsenkreuze (Textabb. 8), dessen Längen die Beobachtungszeiten und dessen Höhen die

Zusammenstellung IV.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach $\frac{1'}{2}$	Boden belastet: weitere Senkung nach $\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	Boden belastet: zusammen nach $3\frac{1'}{2}$	Boden entlastet: Hebung nach $\frac{1'}{2}$	Boden entlastet: weitere Hebung nach $\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	Boden entlastet: zusammen nach $3\frac{1'}{2}$
1	70 kg	197,4	5,8	3,4	3,0	1,8	211,4	187,8	4,8	2,3	1,8	0,8	197,4
2	„ „	192,6	6,8	4,0	2,1	2,2	207,7	185,4	5,1	2,0	1,7	1,3	195,5
3	„ „	192,1	5,2	2,7	2,2	1,0	203,2	184,8	4,1	2,2	1,0	0,8	192,9
4	„ „	188,9	5,0	3,0	2,4	1,6	200,9	182,8	5,2	2,9	1,5	0,9	193,3
	Im Mittel . .	192,7	5,7	3,3	2,4	1,6	205,8	185,2	4,8	2,3	1,5	0,9	194,8
5	60 kg	167,0	6,2	2,8	1,7	1,7	179,4	159,9	3,1	2,1	2,1	1,1	168,3
6	„ „	163,6	4,3	1,8	2,8	1,8	174,3	158,6	4,6	1,8	1,0	1,1	167,1
7	„ „	160,7	4,0	3,2	1,6	0,6	170,1	157,2	4,1	1,8	1,2	0,9	165,2
8	„ „	160,8	3,8	2,5	1,5	1,6	170,2	156,2	4,5	1,7	1,8	0,8	165,0
	Im Mittel . .	163,0	4,6	2,6	1,9	1,4	173,5	158,0	4,1	1,9	1,3	1,0	166,4
9	50 kg	136,0	4,0	2,9	1,9	1,3	146,1	130,1	3,2	1,8	1,0	0,7	136,8
10	„ „	133,1	3,5	2,2	1,6	1,2	141,6	129,2	3,5	1,4	1,0	1,0	136,1
11	„ „	131,8	3,0	2,2	1,0	1,2	139,2	127,2	4,1	1,8	1,0	0,8	134,9
12	„ „	130,1	3,6	2,4	1,6	1,1	138,8	126,6	3,4	2,1	1,2	0,4	133,7
13	„ „	129,9	3,4	2,3	1,7	1,3	138,6	125,0	3,5	1,9	1,3	0,6	132,3
	Im Mittel . .	132,2	3,5	2,4	1,6	1,2	140,9	127,6	3,5	1,8	1,1	0,7	134,8
14	25 kg	63,0	2,2	1,8	1,1	1,4	69,5	60,2	1,4	0,8	0,5	0,5	63,4
15	„ „	61,8	2,4	1,7	1,5	1,0	68,4	58,8	2,1	0,8	0,6	0,2	62,5
16	„ „	60,0	2,0	1,3	1,4	1,2	65,9	58,1	2,2	0,5	0,5	0,3	61,6
17	„ „	59,5	2,2	1,6	1,0	1,1	65,5	56,8	2,5	1,5	0,5	0,2	61,5
18	„ „	59,4	1,9	1,5	0,9	1,0	64,7	57,4	1,8	0,3	0,7	0,2	60,4
	Im Mittel . .	60,8	2,1	1,6	1,2	1,1	66,8	58,3	2,0	0,8	0,5	0,3	61,9

Zusammenstellung V.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach $\frac{1'}{2}$	Boden belastet: weitere Senkung nach $\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	Boden belastet: zusammen nach $3\frac{1'}{2}$	Boden entlastet: Hebung nach $\frac{1'}{2}$	Boden entlastet: weitere Hebung nach $\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	$\frac{3'}{4}$	Boden entlastet: zusammen nach $3\frac{1'}{2}$
1	25 kg	57,4	2,6	1,9	1,1	0,8	63,8	49,8	2,0	0,9	0,5	0,5	53,7
2	„ „	52,4	1,9	1,1	0,7	0,8	56,9	53,0	1,2	0,9	0,6	0,7	56,4
3	„ „	51,4	1,9	0,8	0,6	0,7	55 4	52,6	1,4	1,0	0,6	0,5	56,1
4	„ „	51,8	1,8	1,1	0,5	0,6	55,8	51,8	2,0	0,9	1,0	0,8	56,5
	Im Mittel . .	53,2	2,1	1,2	0,7	0,7	58,0	51,8	1,7	0,9	0,7	0,6	55,7
5	50 kg	114,2	5,4	3,0	1,8	1,3	125,7	112,1	4,2	1,8	1,1	0,7	119,9
6	„ „	114,2	3,8	1,7	1,5	0,6	121,8	113,5	3,3	1,8	1,2	1,1	120,9
7	„ „	113,8	3,1	1,7	1,0	1,0	120,6	114,5	3,1	2,0	1,6	0,2	121,4
8	„ „	115,0	2,7	2,0	1,1	0,9	121,7	113,6	3,3	1,7	1,0	1,0	120,6
	Im Mittel . .	114,3	3,7	2,1	1,4	0,9	122,4	113,4	3,5	1,8	1,2	0,7	120,7
9	60 kg	144,9	4,2	2,4	1,8	1,2	154,5	141,6	4,3	1,9	1,4	1,0	150,2
10	„ „	144,8	3,3	2,2	1,2	1,6	153,1	141,8	4,3	2,1	1,4	0,9	150,5
11	„ „	142,1	3,8	1,8	1,4	1,8	150,4	140,7	4,0	2,2	1,2	0,9	149,0
12	„ „	143,7	3,0	1.4	1,3	1,0	150,4	141,0	4,4	2,0	1,3	1,4	150,1
	Im Mittel . .	143,9	3,6	1,9	1,4	1,3	152,1	141,3	4,3	2,1	1,3	1,0	150,0
13	70 kg	165,9	5,0	3,2	2,2	1,6	177,9	163,6	3,4	2,2	1,3	1,3	171,8
14	„ „	165,3	4,1	2,5	1,4	1,4	174,7	163,4	4,5	2,3	2,0	1,0	173,2
15	„ „	165,6	3,9	2,0	1,5	1,4	174,4	163,9	4,1	2,5	1,8	1,0	173,3
16	„ „	164,9	3,8	2,4	1,4	1,4	173,9	163,2	4,5	2,4	1,7	1,3	173,1
	Im Mittel . .	165,4	4 2	2,5	1,6	1,4	175,2	163,5	4,1	2,2	1,7	1,1	172,8

beobachteten Formänderungen darstellen, sind die Wärmebewegungen durch eine Linie angegeben, von der aus als Längenachse die beobachteten Senkungen und Hebungen aufgetragen sind. Die Höhen der tatsächlich erfolgten Senkungen und Hebungen sind von der ausgezogenen Längenachse auszunehmen.

Man erkennt aus der erhaltenen Schaulinie folgendes. Die erste Belastung ruft eine erheblich gröfsere Senkung hervor, als alle nachfolgenden. Die ihr folgende Hebung bleibt dagegen so beträchtlich hinter dieser Senkung zurück, dafs augenscheinlich die gröfste bleibende Verdrückung durch die erste Belastung hervorgerufen wird. Bei jeder folgenden Belastung erfährt der Boden wieder eine bleibende Verdrückung. Die elastischen Verdrückungen werden aber geringer, die Festigkeit des Bodens nimmt mit jeder neuen Belastung zu.

Die fünfte Belastung, die 15 Minuten statt 2,5 dauerte, brachte eine gröfsere bleibende Senkung hervor, die teilweise bei der folgenden Entlastung wieder verschwand, sich teilweise auch in kleineren bleibenden Senkungen bei den folgenden Belastungen bemerkbar machte. Die Wirkung der länger dauernden Belastung macht sich aufserdem noch dadurch geltend, dafs die elastischen Formänderungen der drei folgenden Belastungen nicht mehr in gleichem Mafse geringer werden, die Festigkeit des Bodens also langsamer zunimmt.

Der achten Belastung folgte eine Entlastung von gleichfalls 15 Minuten Dauer. Diese brachte einen Teil der bislang erfolgten bleibenden Verdrückungen wieder zum Verschwinden und bewirkte aufserdem, dafs sich die elastischen Formänderungen für die folgenden Belastungen wieder um das anfängliche Mafs bei jeder Belastung verminderten.

Die nun folgende, zweistündige Entlastung veranlafste eine fortdauernde Hebung des Bodens, welche die zuvor erfolgten, scheinbar bleibenden Senkungen zum grofsen Teile wieder verschwinden liefs. Eine nach dieser längern Entlastung vorgenommene neue Belastungsreihe liefs wieder eine gröfsere Senkung nach der ersten Belastung, also dieselbe Erscheinung, wie zu Beginn des Versuchs, erkennen.

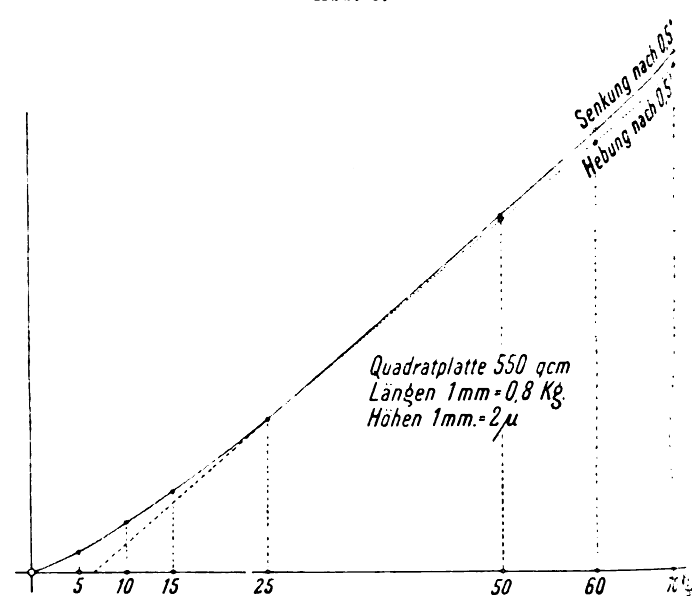
Das Eintreten einer verhältnismäfsig grofsen, erstmaligen Senkung konnte man auch sonst immer bei dem Wechsel einer Belastungstufe beobachten. Da die Aufbringung einer veränderten Last aber immer nur kurze Zeit dauerte, der Boden also nicht lange genug entlastet blieb, um die vermehrte Senkung durch die elastische Nachwirkung erklären zu können, mufs die Ursache in einem andern Umstande gesucht werden. Die Ursache dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich darin, dafs ein Lastwechsel eine neue Spannungsverteilung im Boden bedingt und Teile davon zum Mittragen bringt, die vorher wenig oder noch nicht belastet waren, infolgedessen auch eine gröfsere erstmalige Verdrückung erfahren.

V. Die Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten.

Im Abschnitte IV wurde gezeigt, welchen Einflufs die elastische Nachwirkung bei wiederholten Belastungen auf die Beobachtungsergebnisse ausübt. Mit Rücksicht auf diesen Umstand wurde den Versuchen zur Feststellung der Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten und der Verläfslichkeit der grundlegend gewordenen Annahme Winkler's folgende Anordnung gegeben.

Unter genauer Einhaltung gleicher Zeiten für jede Belastung und Entlastung wurde eine Reihe von Beobachtungen derart durchgeführt, dafs die Belastung für jede Laststufe viermal wiederholt und die Belastung selbst von 70 kg allmälig bis 5 kg herabgemindert wurde. Im unmittelbaren Anschlusse hieran wurde eine zweite Beobachtungsreihe in derselben Weise, jedoch in umgekehrter Reihenfolge von 5 kg aufwärts bis 70 kg, ausgeführt. Die Zusammenstellungen VI und VII enthalten die Ergebnisse zweier solcher Versuchsreihen mit der quadratischen Platte von 550 qcm Druckfläche. Die Mittelwerte aus den Senkungen und aus den Hebungen nach einer halben Minute wurden diesen Zusammenstellungen entnommen und als Höhen mit den Laststufen als Längen aufgetragen (Textabb. 9).

Abb. 9.



Die Annahme eines geradlinigen Gesetzes für die Abhängigkeit der Senkungen und Hebungen von den Lasten wird hiernach nicht bestätigt, vielmehr ist das Gesetz der Zunahme der Formänderungen mit den Lasten durch eine Gleichung der Form

Gl. 5) . . . . $y^{cm} = \alpha\,(p^{kg/qcm})^m$

auszudrücken, in der y die lotrechte Bewegung der Druckplatte, p den Druck auf die Flächeneinheit, m und α aus dem Versuche abzuleitende Festwerte angeben, die zur Erzielung guten Ausgleiches wie folgt berechnet werden.

Gemäfs der Bedingung, dafs die Summe der Quadrate der Beobachtungsfehler eine kleinste werden mufs, besteht die Beziehung:

Gl. 6) . . . $\frac{\Sigma y \,.\, p^m \,.\, \Sigma p^{2m} \,.\, \lg p}{\Sigma p^{2m} \,.\, \Sigma y \,.\, p^m \lg p} = 1.$

Daraus läfst sich durch einige Versuchsrechnungen und Auftragung m bestimmen, indem man für verschiedene Werte von m mit den beobachteten y und den zugehörigen p die vier Summenausdrücke bildet. Aus dem gefundenen Werte von m folgt dann

Gl. 7) . . . . . $\alpha = \frac{\Sigma y \,.\, p^m}{\Sigma p^{2m}}.$

Zusammenstellung VI.

Quadratische Platte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach 0,5′	weitere Senkung nach 0,75′	0,75′	1′	Boden entlastet: Hebung nach 0,5′	weitere Hebung nach 0,75′	0,75′	1′
1	70 kg	150,4	6,6	4,0	4,2	137,5	3,3	1,1	1,3
2	„ „	136,8	2,4	—	1,4	135,0	3,3	1,8	1,2
3	„ „	137,3	4,6	2,7	3,0	134,6	3,6	1,8	1.8
4	„ „	135,9	4,4	2,1	2,4	132,9	4,2	1,6	1,0
	Im Mittel . .	140,1	4,5	2,9	2,7	135,0	3,6	1,6	1,3
5	60 kg	121,2	3,1	1,9	1,7	114,6	3,6	2,4	0,8
6	„ „	116,2	3,8	1,5	1,3	114,0	3,2	1,4	1,3
7	„ „	115,9	2,8	1,9	1,0	112,3	3,8	1,6	1,7
8	„ „	115,1	2,8	1,5	1,3	113,0	3,4	2,2	1,3
	Im Mittel . .	117,1	3,1	1,7	1,3	113,5	3,5	1,9	1,3
9	50 kg	96,3	3,5	1,7	1,4	93,7	3,4	1,3	1,4
10	„ „	93,9	2,6	1,1	1,2	92,6	3,0	1,7	1,0
11	„ „	93,7	2,4	1.4	0,6	92.9	3,3	2,0	1,0
12	„ „	93,5	2,6	1,1	0,6	92.9	3,0	1,6	1,0
	Im Mittel . .	94,3	2,8	1,3	0,9	92,9	3,2	1,6	1,1
13	25 kg	45,2	2,0	1,1	0,7	40,7	2,0	0,9	1,2
14	„ „	44,3	1,7	1,0	0,7	44,1	1,8	1,0	0,5
15	„ „	44,2	1,4	0,8	0,4	44.2	1,5	1,1	0,5
16	„ „	43,0	1,7	0,7	0,7	43,8	1,8	1,0	1,0
17	„ „	43,4	1,0	1,0	0,4	43,5	1,5	1,0	0,6
	Im Mittel . .	44,0	1,6	0,9	0,6	43,3	1,7	1,0	0,8
18	15 kg	21,9	0,9	0,2	—	21,9	1,0	0,3	—
19	„ „	19,8	0,6	0,3	—	21,8	0,9	0,4	—
	Im Mittel . .	20,9	0,7	0,2	—	21,8	0,9	0,3	—
20	10 kg	13,7	0,2	0	—	13,7	0,6	0,3	—
21	„ „	13,0	0,2	0,1	—	13,1	0,5	0,5	—
	Im Mittel . .	13,4	0,2	0,1	—	13,4	0,6	0,4	-
22	5 kg	5,2	0,1	0	—	5,5	0,2	0	—
23	„ „	4,9	0,2	0	—	5,4	0,4	0	—
	Im Mittel . .	5,1	0,2	0	—	5,5	0,3	0	—

Zusammenstellung VII.

Quadratische Platte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach 0,5′	weitere Senkung nach 0,75′	0,75′	1′	Boden entlastet: Hebung nach 0,5′	weitere Hebung nach 0,75′	0,75′	1′
24	5 kg	5,4	0,2	0	—	5,8	0,2	0	—
25	„ „	5,4	0,2	0	—	5,8	0,6	0	—
	Im Mittel . .	5,4	0,2	0	—	5.8	0,4	0	—
26	10 kg	12,8	0,6	0	—	13,4	0,1	0	—
27	„ „	13,0	0,2	0	—	13,0	0,3	0	—
	Im Mittel . .	12.9	0,4	0	—	13,2	0,2	0	—
28	15 kg	20,9	0,9	0	—	20,6	0,8	0	—
29	„ „	20,6	0,8	0	—	21,0	0,6	0	—
	Im Mittel . .	20,8	0,8	0	—	20,8	0,7	0	—
30	25 kg	41,5	1,8	0,9	1,2	41,4	—	0,9	0,2
31	„ „	40,8	1,5	0,9	0,5	40,9	1,4	1,0	0,6
32	„ „	40,0	1,1	0,9	0.3	40,8	1,5	1.0	0,8
33	„ „	40,1	1,1	0,7	—	41,8	1,5	0,9	0,9
	Im Mittel . .	40,6	1,4	0,8	0,7	41,2	1,5	0,9	0,6
34	50 kg	96,6	3.0	1.6	1,5	96,9	2,5	1,5	1.2
35	„ „	93,8	2,2	1,3	1,3	93,5	2,8	1,3	1,4
36	„ „	94,2	2.2	1,0	1,0	93,9	2,6	1,4	1,4
37	„ „	93,8	2,3	1,1	0,8	93,7	3,0	1,9	1,4
	Im Mittel . .	94,6	2,4	1,2	1,1	94,5	2,7	1,5	1,3
38	60 kg	117,3	3,6	1,4	1,8	113.4	3,6	1,5	1.3
39	„ „	114,6	3,2	1,4	1,1	114,6	3,3	1,6	1,5
40	„ „	115,1	2,6	1,3	1,3	114,2	3,2	1,7	1,8
41	„ „	115,2	3,2	1,1	1,1	114.1	3,4	1,8	1,8
	Im Mittel . .	115,5	3,1	1,3	1,3	114,1	3,4	1,6	1,6
42	70 kg	136,6	4,3	2,2	1,9	134,6	3,0	2,2	--
43	„ „	136,2	3,4	1,8	1,6	135,0	3,4	1,7	1,7
44	„ „	135,4	3,0	1,6	1,8	134,2	4,1	1,9	1,7
45	„ „	136,7	2,9	2,0	1,3	134.7	4,2	·2,2	1,6
	Im Mittel . .	136,2	3,4	1,9	1,6	134,6	3,7	2,0	1,6

So wurde für die Versuchsreihe der Zusammenstellungen VI und VII für die Mittelwerte aus Senkung und Hebung

$$m = 1{,}174; \quad a = 0{,}1548$$

gefunden, das Gesetz lautet also:

Gl. 8) . . . . $y = 0{,}1548 \,.\, p^{1{,}174}$.

Zusammenstellung VIII enthält neben den Versuchsmittelwerten die nach dieser Gleichung gerechneten Formänderungen.

Zusammenstellung VIII.

Belastung in kg	5	10	15	25	50	60	70
Belastung in kg/qcm	0,0091	0,0182	0,0273	0,0455	0,0910	0,1092	0,1274
Beobachtete Formänderung in μ . .	5,5	13,2	21,1	42,3	94,1	115,1	136,5
Berechnete Formänderung in μ . .	6,2	14,0	22,5	41,1	92,7	114,9	137,6

Die Übereinstimmung befriedigt.

Zusammenstellung IX.

Kreisrunde Platte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach	weitere Senkung nach		Boden entlastet: Hebung nach	weitere Hebung nach	
		0,5′	0,75′	0,75′	0,5′	0,75′	0,75′
1	70 kg	145,8	5,5	3,0	130,2	2,8	1,4
2	„ „	135,1	4,1	1,7	126,2	3,7	1,2
3	„ „	129,5	3,1	2,2	125,4	3,4	1,8
4	„ „	127,7	2,9	1,8	124,0	4.0	1,8
	Im Mittel . .	134,5	3,9	2,2	126,5	3,5	1,5
5	60 kg	115,0	3,1	1,2	107.9	3,5	1,6
6	„ „	110,1	2,6	1,3	107,8	3,4	1,2
7	„ „	109.1	2,4	1,2	107.0	3,3	1,6
8	„ „	108,6	2,2	1,2	106,5	3,4	1,4
	Im Mittel . .	110,7	2,6	1,2	107,3	3,4	1,5
9	50 kg	93.9	2,6	1,4	89,2	3,4	1,5
10	„ „	90,6	2,2	1,0	88,6	2,8	1,6
11	„ „	89,3	2,1	0,9	88,2	2,9	1,0
12	„ „	88,8	1,8	1,0	87,8	2,8	1,2
	Im Mittel . .	90,6	2,2	1.1	88,5	3.0	1,3
13	25 kg	42,2	1,8	0,8	42,1	1,3	1,0
14	„ „	42,2	1,0	1 0	41,8	1,6	1,8
15	„ „	42,1	1,5	0.6	41,0	1,0	0,9
16	„ „	39,9	1,1	1,0	39.9	1,6	1,0
	Im Mittel . .	41,6	1,4	0,9	41,2	1,4	1,2
17	15 kg	25,3	0,8	0,3	22,2	0.8	0,8
18	„ „	22,3	0,5	0,2	22,1	1,0	0,4
	Im Mittel . .	23,9	0,7	0,3	22,1	0,9	0,6
19	10 kg	12,9	1,0	0,3	14,0	0,4	0,3
20	„ „	12,5	0,5	0,2	13.4	0,6	0,2
	Im Mittel . .	12,7	0,8	0,3	13,7	0,5	0,2
21	5 kg	4,9	0,1	0	5.2	0,6	0,3
22	„ „	4,6	0,2	0,2	5,4	0,2	0,1
	Im Mittel . .	4,8	0,2	0,1	5,3	0,4	0.2

Zusammenstellung X.

Kreisrunde Platte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach	weitere Senkung nach		Boden entlastet: Hebung nach	weitere Hebung nach	
		0,5′	0,75′	0.75′	0,5′	0,75′	0,75′
23	5 kg	4,3	0,3	0	5,3	0,6	0,2
24	„ „	4,6	0,1	0	5,0	0,3	0,2
	Im Mittel . .	4,4	0,2	0	5,2	0.5	0,2
25	10 kg	12,3	0,2	0,2	12,2	0,5	0,2
26	„ „	11,8	0,2	0,2	12,6	0,6	0,5
	Im Mittel . .	12,1	0,2	0,1	12,4	0,5	0,3
27	15 kg	20,6	0,7	0,3	20,2	0,6	0,5
28	„ „	20,9	0,2	0,2	20,9	0,7	0,7
	Im Mittel . .	20,8	0,5	0,3	20,5	0,6	0,6
29	25 kg	38,4	1,3	1,0	38,0	1,3	0,6
30	„ „	38,2	1,4	0,7	38,3	1,4	0,6
31	„ „	37,8	1,4	0,6	38,5	1,3	0,4
32	„ „	38.1	1.1	0,4	38,3	1,5	0,4
	Im Mittel . .	38,1	1,3	0,7	38,3	1,4	0,5
33	50 kg	83,1	3,1	1,4	82,3	2,3	0,9
34	„ „	83,5	2,2	1,1	83,0	2,5	1,1
35	„ „	83,1	2,2	1,2	82,9	2,6	1,0
36	„ „	83,3	2,6	0,5	82,8	2,5	2.2
	Im Mittel . .	83,2	2,5	1,0	82,8	2,5	1.3
37	60 kg	103,6	2,7	1,8	99,8	3,4	1,0
38	„ „	100,9	2,7	1,3	99.2	3,4	1,1
39	„ „	101,1	2,5	1,0	99,8	3,0	1,2
40	„ „	100,6	2.2	1,4	99,0	2,8	1.1
	Im Mittel . .	101,5	2,5	1,4	99,5	3,1	1.1
41	70 kg	118,5	3,4	2,4	114,3	3,1	1,2
42	„ „	116,4	3,0	1,6	114,7	3,7	1,5
43	„ „	116,5	2,9	1,8	115,1	3,5	1,5
44	„ „	117,6	2.9	1,0	115,5	3,3	1,6
	Im Mittel . .	117,2	3,1	1,7	114,9	3,4	1,4

Die Zusammenstellungen IX und X enthalten die Ergebnisse der mit einer kreisrunden Platte von 550 qcm Druckfläche aufgenommenen Beobachtungsreihe, die ebenso durchgeführt wurde, wie die mit der quadratischen Platte.

Textabb. 10 stellt wieder die Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten dar. Die oben angegebene Ausgleichung liefert

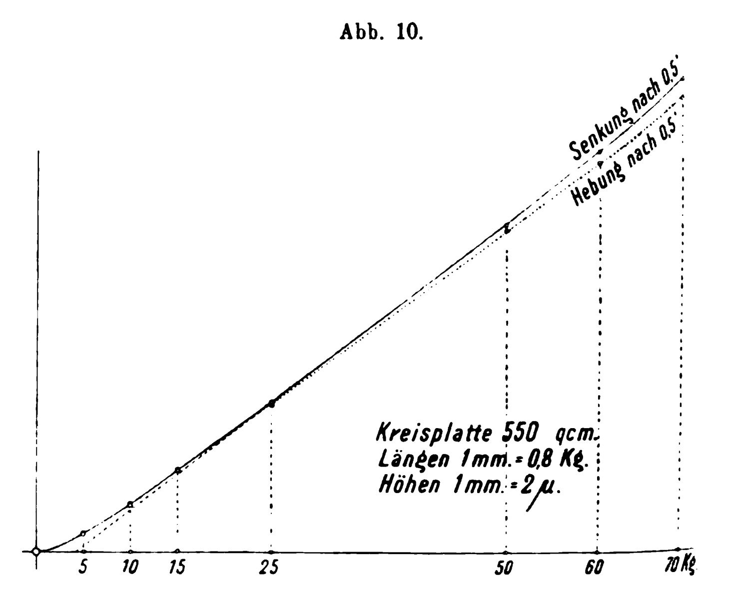
$$m = 1{,}122 \text{ und } a = 0{,}1254,$$

der Zusammenhang zwischen den Belastungen und den beobachteten Formänderungen des Erdbodens ist also gegeben durch

Gl. 9) . . . . $y = 0{,}1254 \,.\, p^{1{,}122}$.

Werden nach Gl. 9) die Formänderungen für die verschiedenen Laststufen des Versuches gerechnet, so ergeben sich die Werte, welche in Zusammenstellung XI neben den beobachteten angegeben sind.

Abb. 10.





Zusammenstellung XI.

Belastung in kg	5	10	15	25	50	60	70
Belastung in kg/qcm	0,0091	0,0182	0,0273	0,0455	0,0910	0,1092	0,1274
Beobachtete Formänderung in "	4,9	12,8	21,8	39,8	86,3	104,7	123,3
Berechnete Formänderung in "	6,4	13,9	22,0	39,1	85,2	104,5	124,2

Die Übereinstimmung befriedigt auch hier.

Die Druckplatte, mit der die in den Zusammenstellungen XII und XIII verzeichneten Beobachtungen gemacht wurden, war wieder von quadratischer Form, hatte aber nur die halbe Kantenlänge der zuerst verwendeten quadratischen Platte, der mit derselben Höchstbelastung von 70 kg erzielte gröfste Druck auf die Flächeneinheit war also viermal so grofs wie bisher. Die mit diesen Belastungen bewirkten elastischen und bleibenden Formänderungen waren daher entsprechend gröfser.

Zusammenstellung XII.

Quadratische Platte 137,5 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach 0,5′	weitere Senkung nach 0,75′	weitere Senkung nach 0,75′	Boden entlastet: Hebung nach 0,5′	weitere Hebung nach 0,75′	weitere Hebung nach 0,75′
1	5 kg	12,4	1,1	—	12,3	0,6	—
2	" "	13,4	—	—	13,0	—	—
3	" "	12,0	—	—	12,0	—	—
4	" "	12,6	—	—	12,7	—	—
	Im Mittel	12,6	1,1	—	12,5	0,6	—
5	15 kg	46,6	2,0	1,4	44,3	1,4	0,5
6	" "	44,8	1,3	0,7	44,0	1,1	0,9
7	" "	44 0	1,5	0,4	44,2	1,5	0,6
8	" "	46,1	1,2	0,9	45,9	1,2	0,6
	Im Mittel	45,4	1,5	0,8	44,6	1,3	0,6
9	25 kg	76,8	3 0	2,6	74,8	2,6	0,8
10	" "	76,0	2,2	1,3	74,3	2,2	1,1
11	" "	75,6	1,9	1,2	74,6	2,0	1,0
12	" "	75,0	2,2	1,0	74,2	2,3	1,0
	Im Mittel	75,8	2,3	1,5	74,5	2,3	1,0
13	50 kg	170,9	7.4	3.5	163,0	4.0	2.2
14	" "	168,5	5,5	3,0	163,7	4,7	1,7
15	" "	165,0	5,4	2,1	162,4	4,6	1,8
16	" "	164,4	4,1	2,4	160,9	4,9	1,9
	Im Mittel	167,2	5,6	2,7	162,5	4,6	1,9
17	60 kg	202,7	7,3	4,3	196,7	5,4	2,6
18	" "	202.6	5,6	3,2	197,6	5,6	3,2
19	" "	201,5	5,4	3,0	197,9	5,2	2,7
20	" "	202,0	4,6	2.2	197,4	5,4	3,2
	Im Mittel	202,2	5,7	3,2	197,4	5,4	2,9
21	70 kg	240.4	7,9	5,2	231.8	6,7	2,3
22	" "	244,8	7,8	4,7	239,2	5,3	3,4
23	" "	241,4	5,8	3,7	234,0	7,4	3,7
	Im Mittel	242,2	7,2	4,5	235,0	6,5	3,1

Zusammenstellung XIII.

Quadratische Platte 137,5 qcm.

Nr.	Belastung	Boden belastet: Senkung nach 0,5′	weitere Senkung nach 0,75′	weitere Senkung nach 0,75′	Boden entlastet: Hebung nach 0,5′	weitere Hebung nach 0,75′	weitere Hebung nach 0,75′
24	70 kg	240.7	5,8	3,8	234,4	7,4	3,6
25	" "	241,0	5,8	2,8	234,5	6,4	3,4
26	" "	238,7	5,2	3,5	234,7	6,6	3,1
	Im Mittel	240,1	5,6	3,4	234,5	6,8	3,4
27	60 kg	217,6	4,9	2,6	207,8	6,4	2,4
28	" "	210,1	3,8	2.6	206,6	6,0	3,1
29	" "	210,2	3,7	2,6	205,4	6,4	2,6
30	" "	209,1	3,9	2,7	205,0	6,0	2,5
	Im Mittel	211,8	4,1	2,6	206,2	6,2	2,6
31	50 kg	177,8	4,2	1,9	171,4	5,9	2,0
32	" "	174,0	3,3	1,9	169,4	4,2	2,5
33	" "	172,2	5.7	1,5	169,0	4.7	3,3
34	" "	171.7	4,5	1,8	169,2	5,1	3,4
	Im Mittel	173,9	4,4	1,8	169,8	5,0	2,8
35	25 kg	87,0	2,7	1,6	84,6	3,0	1,3
36	" "	83,4	3,0	1,1	82,2	3,8	1,1
37	" "	81,5	2,4	1,3	82,0	2,7	1,5
38	" "	81,5	2,4	0,8	81,0	3,2	1,0
	Im Mittel	83,4	2,6	1,2	82,4	3.2	1,2
39	15 kg	48,3	1,8	0,6	48,0	1,7	1,2
40	" "	47,0	1,4	1,2	47,9	2,0	1,3
41	" "	46.2	1.6	1,3	46,2	2,6	0,3
42	" "	46,2	1,9	0,5	47,0	1,5	1,1
	Im Mittel	46,9	1,7	0,9	47,3	2,0	1,0
43	5 kg	13,6	—	—	15,0	—	—
44	" "	14,9	—	—	15,1	—	—
45	" "	13,6	—	—	13,6	—	—
46	" "	13,4	—	—	13,8	—	—
	Im Mittel	13,9	—	—	14,4	—	—

Die Zusammenstellungen XII und XIII bringen den Einflufs der elastischen Nachwirkung nochmals deutlich zum Ausdrucke. Hier ist nämlich die Reihenfolge der Belastungen eine andere, als bei den Versuchen der Zusammenstellungen VI, VII, IX und X. Dort war die Reihenfolge 70, 60, 50 . . . . 50, 60, 70 kg, und die Formänderungen wurden am Ende des Versuches für ein und dieselbe Laststufe erheblich kleiner gefunden, als zu Beginn. Bei den Versuchen der Zusammenstel-

lungen XII und XIII war die Reihenfolge der Belastungen 5, 15, 25, 50 . . . . 50, 25, 15, 5 kg, und nun waren die beobachteten Formänderungen für ein und dieselbe Laststufe zuletzt viel gröfser, als zu Beginn des Versuches.

Man erkennt hieraus, dafs die Formänderungen kleiner erscheinen, wenn die Lasten einander in ansteigender Reihe folgen, und dafs die Formänderungen gröfser werden, wenn die Lasten in fallender Reihe einander folgen. Diese Erscheinung kam auch noch bei andern Versuchsreihen unzweideutig zum Ausdrucke.

In Textabb. 11 sind die den Zusammenstellungen XII und XIII entnommenen Mittelwerte wieder als Höhen aufgetragen. Die Schaulinien dieser Abbildung haben einen ähnlichen Verlauf und lassen das frühere Gesetz erkennen. Gleicht man die Mittelwerte der beobachteten Hebungen und Senkungen aus, so ergibt sich

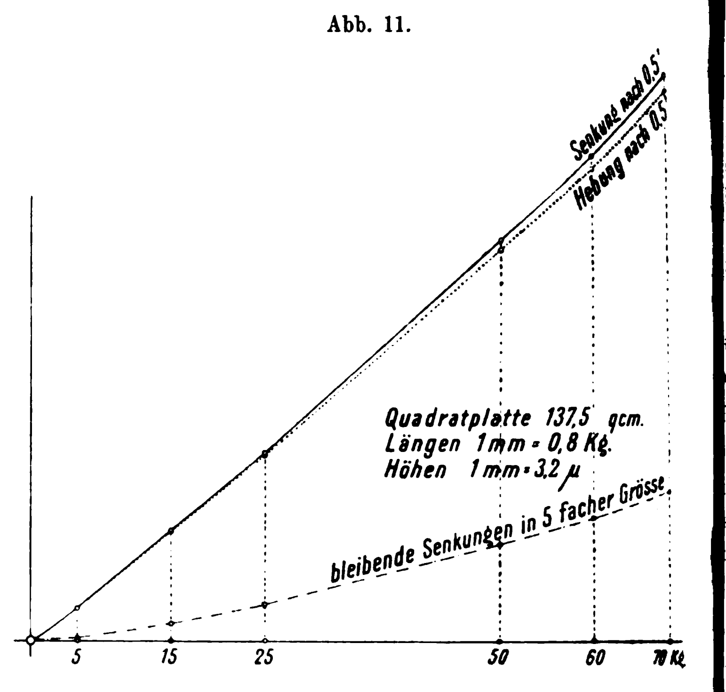
$$m = 1{,}070, \quad a = 0{,}04934,$$

sodafs die Abhängigkeit der Formänderungen des Erdbodens von den Lasten durch

Gl. 10) . . . $y = 0{,}04934 \,.\, p^{1{,}070}$ gegeben ist.

Die Zusammenstellung XIV enthält die auf Grund dieser Gleichung 10) gerechneten Formänderungen neben den Mittelwerten aus Hebung und Senkung, die den Zusammenstellungen XII und XIII entnommen wurden.

Abb. 11.



Zusammenstellung XIV.

Belastung in kg	5	15	25	50	60	70
Belastung in kg/qcm	0,0364	0,1092	0,1820	0,3640	0,4368	0,5096
Beobachtete Formänderung in µ	13,4	46,1	79,1	168,3	204,4	238,0
Berechnete Formänderung in µ	14,2	46,1	79,6	167,2	203,2	239,6

Die Übereinstimmung befriedigt auch hier.

Bisher wurde die Abhängigkeit der Formänderung von den Lasten stets nur für das Mittel aus Hebung und Senkung festgestellt. Man kann diese Abhängigkeit auch getrennt für die Senkungen und für die Hebungen ermitteln. Für die Beobachtungen der Zusammenstellungen XII und XIII wurde die Rechnung derart durchgeführt und ergab

für die Senkungen: $m = 1{,}075, \quad a = 0{,}050186;$
für die Hebungen: $m = 1{,}064, \quad a = 0{,}04768.$

Das Gesetz der Abhängigkeit von den Lasten wird also dargestellt:

für die Senkungen durch

Gl. 11) . . . $y' = 0{,}050186 \,.\, p^{1{,}075}$,

und für die Hebungen durch

Gl. 12) . . . $y'' = 0{,}04768 \,.\, p^{1{,}064}$.

Stellt man die nach Gl. 11) und 12) gerechneten Formänderungen den Mittelwerten aus den Zusammenstellungen XII und XIII gegenüber, so gelangt man zu Zusammenstellung XV.

Zusammenstellung XV.

Belastung in kg	5	15	25	50	60	70
Belastung in kg/qcm	0.0364	0,1092	0.1820	0,3640	0,4368	0.5069
Beobachtete Senkung in µ	13,3	46,2	79,6	170,5	207,0	241,2
Berechnete Senkung in µ	14,2	46,3	80,3	169,2	205,8	242,9
Beobachtete Hebung in µ	13,5	45,9	78,5	166,1	201.8	234,8
Berechnete Hebung in µ	14,1	45,6	78,7	165,1	200,6	236,5
Unterschied der berechneten Senkungen und Hebungen .	0,12	0,74	1,55	4,08	5,20	6.41
Bleibende Formänderungen nach Gl 13) berechnet in µ .	0.18	0.82	1,62	4,08	5,20	6,39

Die Zahlen der vorletzten Reihe stellen die Unterschiede zwischen den nach Gl. 11) und Gl. 12) berechneten Gröfsen, also die bleibenden Formänderungen dar. Diese sind in Textabb. 11 in fünffacher Gröfse dargestellt, und man erkennt schon aus dem Verlaufe der Schaulinie, dafs die bleibenden Formänderungen demselben Gesetze gehorchen wie die elastischen.

Um dieses Gesetz zu finden, wurden die Werte α und m in derselben Weise ermittelt wie bisher. Es ergab sich

$$m = 1{,}334, \quad \alpha = 0{,}00157,$$

sodafs die Abhängigkeit der bleibenden Formänderungen von den Lasten gegeben ist durch

Gl. 13) . . . $y''' = 0{,}00157 \cdot p^{1{,}334}$.

Die nach Gl. 13) gerechneten Werte sind zum Vergleiche in die letzte Zeile der Zusammenstellung XV eingeschrieben, sie stimmen mit den Ausgangswerten in der vorletzten Zeile ziemlich überein.

Die vorausgegangenen Betrachtungen haben gezeigt, dafs die Abhängigkeit der Formänderungen des Erdbodens von den Lasten durch die Winkler'sche Annahme der Gl. 1)

$$y = \frac{p}{C}$$

nicht richtig zum Ausdrucke gebracht wird. Das Verhalten des Erdbodens wird durch die Bettungsziffer allein nur dann genügend gekennzeichnet, wenn in der Gl. 5)

$$y = \alpha \cdot p^m$$

m = 1 geworden ist.

Die durch die Versuche gefundene Gesetzmäfsigkeit ist freilich in der Anwendung unbequemer, als das ursprüngliche geradlinige Gesetz. Daher wird es oft von Vorteil sein, das Potenzgesetz der Gl. 5) durch eine angenäherte Formel zu ersetzen. Die Linien der Abb. 9, 10 und 11, welche die Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten darstellen, lassen sich nämlich mit ziemlicher Annäherung durch gerade Linien ersetzen, welche nicht durch den Ursprung gehen und deren Gleichung allgemein lautet:

Gl. 14) . . . . . $y = \frac{p}{C} - c,$

wenn C die Cotangente des Neigungswinkels der Geraden und c den Abschnitt bedeutet, den die Gerade auf der Y-Achse abschneidet. Diese Gröfsen lassen sich aus den Schaulinien entnehmen, und so ergeben sich für die Beziehung zwischen der Formänderung und den Lasten die folgenden Gleichungen:

Für die quadratische Platte mit 550 qcm Druckfläche

Gl. 15) . . . $y = \frac{1}{8{,}8} \cdot p \quad 0{,}0015,$

für die quadratische Platte mit 137,5 qcm Druckfläche

Gl. 16) . . . $y = \frac{1}{20{,}4} \cdot p - 0{,}0008,$

für die kreisrunde Platte mit 550 qcm Druckfläche

Gl. 17) . . . $y = \frac{1}{9{,}8} \cdot p - 0{,}0007.$

Schliefslich kann man zur Kennzeichnung des elastischen Verhaltens des Erdbodens Gl. 1) in ihrer einfachen Form beibehalten, wenn man nur ihre Gültigkeit in gewisse Lastgrenzen einschliefst, also die die Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten darstellende Linie in Abschnitte zerlegt und durch gerade Linien ersetzt. Das Verfahren ist um so genauer, je kleiner die Abschnitte gewählt werden, und die Bettungsziffer ist dann gegeben durch

Gl. 18) . . . . . $C = \frac{y_2 - y_1}{p_2 - p_1},$

wenn p_1 und p_2 die Belastungen der Flächeneinheit bedeuten, bei denen die Formänderungen y_1 und y_2 beobachtet wurden. Natürlich mufs man der Bettungsziffer die Lasten p_1 und p_2 beifügen, für die sie nach Gl. 18) berechnet ist, innerhalb deren sie also nur gilt.

Verfährt man derart mit den Beobachtungsergebnissen der mit verschiedenen Platten angestellten Versuche, so findet man beispielsweise für die Belastungsstufe von 0,05 bis 0,10 kg/qcm:

C = 8,8 für die quadratische Platte von 550 qcm Druckfläche,
C = 9,8 « « kreisrunde « « 550 « «
C = 20,4 « « quadratische « « 137,5 « «
C = 19,0 « « kreisrunde « « 137,5 « «

Diese Bettungsziffern sind gegenüber den bis jetzt bekannten insbesondere für den gewöhnlichen Erdboden überraschend hoch. Besonders bemerkenswert ist noch, dafs sich für die Platten mit den halben Abmessungen ungefähr doppelt so grofse Bettungsziffern ergeben haben, als für die gröfseren Platten.

Aus den angegebenen vier Zahlen liefs sich der Zusammenhang der beobachteten Formänderungen mit Form und Gröfse der Platte nicht nachweisen. Es war nötig, hierüber eine besondere Untersuchung anzustellen.

VI. Der Einflufs von Form und Gröfse der Druckplatten auf die Formänderungen.

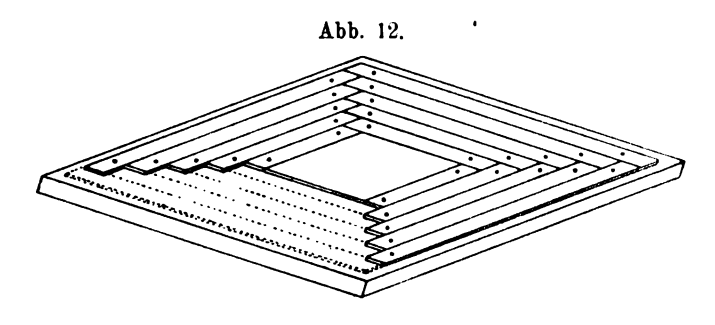
Die Versuche, welche den Einflufs von Form und Gröfse der Druckplatten auf die Formänderungen des Erdbodens klarlegen sollten, wurden zuerst in der Weise unternommen, dafs vier quadratische und vier kreisrunde Platten von verschiedener Gröfse nacheinander auf den Boden aufgebracht und mit derselben Last beschwert wurden. Obwohl der Boden sehr sorgfältig geebnet war und streng darauf geachtet wurde, dafs jede Platte satt auflag, befriedigten die Versuchsergebnisse doch nicht. Die beobachteten Formänderungen ergaben, wenn man sie mit den zugehörigen Platten zeichnerisch in Beziehung brachte, keine stetige Linie.

Es ist eben nicht möglich, immer wieder dieselbe gute Auflagerung herzustellen. Dafs es hierauf ankommt, konnte man daraus entnehmen, dafs dieselbe Platte, vom Boden aufgenommen und sorgfältig wieder aufgelegt, für die frühere Belastung oft um 10 % abweichende Formänderungen ergab.

Ich liefs daher eine besondere Platte anfertigen, deren Druckfläche sich verkleinern liefs, ohne dafs man die Platte vom Boden wegzunehmen brauchte. In Textabb. 12 ist ihre verhältnismäfsig einfache Einrichtung, von unten gesehen, dargestellt. Auf einer starken quadratischen Platte von 25 cm Kantenlänge wurde eine 3 mm dicke kleinere Platte von etwa 8 cm Kantenlänge mit Schrauben gut befestigt. Um diese herum sind 15 mm breite Leisten von genau gleicher Dicke angeordnet,

die mit Rundkopfschrauben von oben auf die Platte festgespannt werden. Man konnte also, während die Platte ruhig auf dem Boden liegen blieb, die jeweiligen vier äufseren Leisten

Abb. 12.

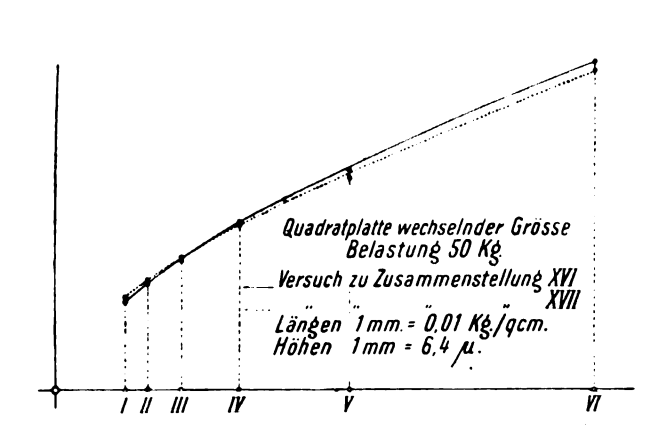


von der Platte loslösen und unter ihr wegschieben. Da auf der Platte 5×4 Leisten angebracht waren, konnte man ihre Druckfläche fünfmal verkleinern, und sie dabei stets an Ort und Stelle lassen.

Mit dieser Platte wurde zunächst eine Versuchsreihe in der Weise durchgeführt, dafs jede der verschiedenen Druckflächen wiederholt mit demselben Gewichte von 50 kg belastet wurde. Die beobachteten Formänderungen sind in Zusammenstellung XVI angegeben.

Trägt man die Mittelwerte der nach einer halben Minute beobachteten Senkungen und Hebungen als Höhen, die zugehörigen Belastungen der Einheit der verschiedenen Druckflächen als Längen auf, so erhält man die stark ausgezogene Schaulinie der Textabb. 13.

Abb. 13.



Der Verlauf dieser Schaulinie zeigt, dafs sich die Formänderungen des Erdbodens nicht geradlinig mit dem Drucke auf die Flächeneinheit ändern, sie hängen vielmehr bei Druckplatten von verschiedener Gröfse und ähnlicher Gestalt von der Druckfläche ab und nehmen mit der Flächengröfse zu. Die Erklärung hierfür kann wegen der sonst ganz gleichen Bedingungen, unter denen die Versuche mit den verschiedenen Platten stattfanden, in dem veränderlichen Verhältnisse der Fläche zum Umfange gesucht werden; während die Flächen im Quadrate zunehmen, ändert sich der Umfang nur in linearem Verhältnisse.

Die Linie, welche die Beziehung zwischen Fläche und Umfang für die verschiedenen Druckplatten zum Ausdrucke

Zusammenstellung XVI.

Nr.	Druckfläche F	Belastung P/F	Boden belastet, Senkung nach			Boden entlastet, Hebung nach		
	qcm	kg/qcm	0,5′	0,75′	0,75′	0,5′	0,75′	0,75′
I.	541,5	0,0925	76,6	2,8	1,3	74,1	3,0	1,1
			76,0	2,1	1,6	73,3	2,3	1,4
			74,5	2,2	1,0	72,6	2,4	1,3
			73,7	2,0	1,4	71,8	2,8	1,1
			73,0	2,2	1,0	71,6	2,5	1,1
		Im Mittel . .	74,8	2,3	1,3	72,7	2,6	1,2
II.	412,5	0,1212	92,0	3,0	1,2	88,8	3,1	1,1
			90,4	3,1	1,8	89,0	2,6	1,5
			89,8	2,6	1,5	87,3	3,0	1,4
			89,0	2,7	1,3	87,1	2,6	1,1
			87,9	2,5	1,3	86,0	2,8	1,6
		Im Mittel . .	89,8	2,8	1,4	87,6	2,8	1,3
III.	298,4	0,1676	112,2	3,4	2,1	108,4	3,5	1,3
			109,8	3,4	1,8	107,5	3,4	1,8
			109,8	2,9	1,4	106,5	3,9	1,9
			106,9	3,2	1,4	106,0	3,0	2,5
			108,6	3,4	2,0	105,5	3,3	1,7
		Im Mittel . .	109,5	3,3	1,7	106,8	3,4	1,8
IV.	204,4	0,2445	144,8	4,6	2,7	142,2	4,4	3,0
			145,7	4,0	2,4	141,4	4,3	2,2
			143,8	4,6	1,9	139,8	4,4	2,4
			143,4	3,5	2,2	139,0	4,7	2,3
			140,2	4,0	1,9	137,0	3,7	1,8
		Im Mittel . .	143,6	4,1	2,2	139,9	4,3	2,3
V.	128,0	0,3906	193,0	6,6	3,6	182,8	6.3	2,7
			186,2	5,3	3,1	180,0	5,7	2,8
			184,1	5,8	2,9	178,8	5,9	3,0
			182,1	4,3	2,5	176,1	7,7	2,6
			183,8	4.1	2,4	176,0	6,9	2,6
		Im Mittel . .	185,8	5,2	2,9	178,7	6,5	2,7
VI.	69,7	0,7170	286,5	7,9	4,6	275.7	8,0	4,6
			281,9	7,8	4,5	272,3	9,1	4,0
			279,1	7,9	2,7	271.4	8,2	4,2
			278,8	5.8	3,5	268,6	7,0	4,1
			272,2	7,4	4,0	266,0	6,8	4.2
		Im Mittel . .	279,7	7,4	3,9	270.8	7,8	4.2

bringt, ist eine Parabel. Augenscheinlich folgt die Schaulinie der beobachteten Formänderungen demselben Gesetze. Die Schaulinie bringt aber nicht nur dieses Gesetz allein zum Ausdrucke, sondern ihr Verlauf wird auch noch durch die Abhängigkeit der Formänderungen von dem wechselnden Drucke auf die Flächeneinheit beeinflufst. Diese Abhängigkeit ist zwar in Gl. 5) $y = a \cdot p^m$ gegeben, die Berichtigung der Linie macht jedoch wegen der wechselnden Werte a und m Schwierigkeiten, die für jede Platte gesondert ermittelt werden müfsten.

Eine zweite, ganz in derselben Weise durchgeführte Versuchsreihe führte zu demselben Ergebnisse, wie die erste. In der Zusammenstellung XVII sind davon der Kürze halber nur die Mittelwerte für die nach 0,5′ beobachteten Formänderungen angegeben, die sich aus fünf wiederholten Belastungen ergeben

haben. In Textabb. 13 wird das Ergebnis dieser Beobachtungsreihe durch die gestrichelte Linie dargestellt.

Zusammenstellung XVII.

Druckplatte Nr.	I	II	III	IV	V	VI
Druckfläche F qcm	541,5	412,5	298,4	204,4	128,0	69,7
Spez. Belastung $\frac{P}{F}$ kg/qcm	0,0925	0,1212	0,1676	0,2445	0,3906	0,717
Boden belastet, Senkung nach 0,5' μ	79,0	93,9	107,8	140,1	178,4	272,3
Boden entlastet, Hebung nach 0,5' μ	77,0	91,0	105,0	136,6	174,6	264,3

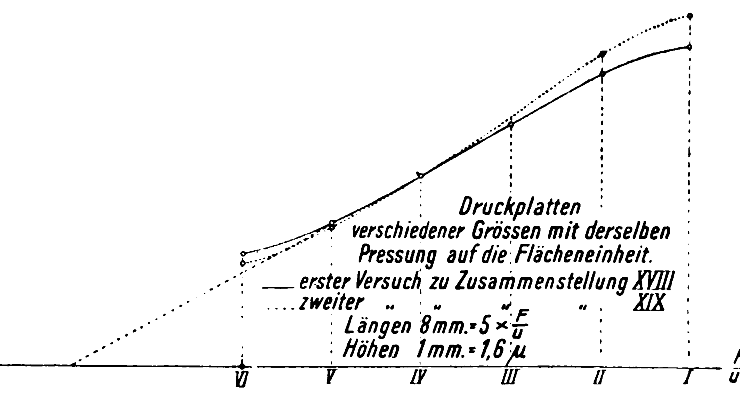
Zusammenstellung XVIII.

Nr.	Belastung kg	Druckfläche F qcm	Umfang U cm	$\frac{F}{U}$	Boden belastet, Senkung nach 0,5'	0,75'	0,75'	Boden entlastet, Hebung nach 0,5'	0,75'	0,75'
I	54,18	541,8	93,0	5,83	70,2	2,6	1,4	67,8	2,2	0,6
					69,7	1,8	1,2	67,5	2,1	0,8
					69,1	1,9	0,9	67,7	1,4	0,7
					68,6	1,9	1,2	67,6	2,2	1,2
					68,6	1,5	1,0	66,6	1,6	0,8
				Im Mittel . .	69,2	1,9	1,1	67,4	1,9	0,8
II	41.25	412.5	81,3	5,08	64,5	2.2	1,3	62,5	1,8	0,5
					63,3	2,2	0,3	62,2	1,4	0,9
					63,2	2,0	1,2	61,6	1,5	0,7
					62,5	1,5	1,1	61,4	1,8	0,2
					62,9	1,7	1,3	61,4	1,7	0,7
				Im Mittel .	63,3	1,9	1,0	61,8	1,6	0,6
III	29,84	298,4	69,1	4,32	52,8	2.2	1,9	52,2	1,1	1,0
					52,6	2.0	2,0	51,8	1,7	0,6
					52,2	1,7	0,6	50,6	1,6	0,6
					51,8	1,5	1.0	51,6	2,0	0,2
					51,2	1,7	1,2	50,1	1,4	0,4
				Im Mittel . .	52,1	1,8	1,3	51,3	1.6	0,6
IV	20,44	204,4	57,2	3.58	42,2	1,7	0.9	40,6	0,8	0,7
					41,0	1,8	0,7	40,4	1,2	0,4
					40,9	1,3	0,9	40,3	1,4	0,6
					40.9	2,0	1,0	40,3	1.2	0,7
					40.8	1.2	0,6	40,3	1,3	0,2
				Im Mittel . .	41,2	1,6	0,8	40.4	1,2	0,5
V	12,8	128,0	45,3	2,83	32,1	1.0	0,8	30,6	1,0	0,4
					31.3	1.1	0,6	30,1	0,9	0,4
					31,0	0.9	0,4	30,1	1,0	0,5
					30,8	1,0	0,6	29,7	0,9	0,3
					30,2	0.8	0,8	29,7	1,0	0.3
				Im Mittel . .	31,1	1,0	0,6	30.0	1,0	0,4
VI	6,97	69,7	33,4	2,08	25,1	1,3	1,0	24,2	0,9	0.3
					24,6	1,0	0,6	23,7	0,6	0,2
					24.1	0,9	0.4	23,2	0,9	0.6
					24,0	1,0	0,4	23,4	0,7	0,6
					23.8	0,9	0,6	23,4	0,6	0.2
				Im Mittel . .	24.3	1,0	0,6	23,6	0,7	0,4

Um den Einflufs der Pressung auf die Flächeneinheit auf die mit den verschieden grofsen Druckflächen erzielten Formänderungen des Bodens auszuscheiden, und deren Abhängigkeit von dem Verhältnisse der Druckfläche zum Umfange für sich gesondert zum Ausdrucke zu bringen, wiederholte ich den Versuch, veränderte aber die Belastung so, dafs alle Druckflächen denselben Druck auf die Flächeneinheit, nämlich 0,1 kg/qcm erhielten. Hierbei wurden die Beobachtungen gemacht, welche in Zusammenstellung XVIII angegeben sind.

In Textabb. 14 ist das Ergebnis des Versuches durch die

Abb. 14.



stark ausgezogene Schaulinie bildlich dargestellt, die dadurch erhalten wurde, dafs die Mittelwerte aus den nach 0,5' beobachteten Formänderungen als Höhen, und die Verhältnisse $\frac{F}{U}$ für die verschiedenen Druckflächen als Längen aufgetragen wurden.

Die erhaltene Linie kann wenigstens für den zwischen II und V liegenden Abschnitt mit genügender Annäherung durch eine Gerade ersetzt werden, bei gleichbleibendem Flächendrucke stehen also die Formänderungen des Erdbodens unter Platten ähnlicher Gestalt zum Verhältnisse der Druckfläche zum Plattenumfange in geradlinigem Verhältnisse.

Die Gleichung, welche diese Beziehung ausdrückt, lautet entsprechend der allgemeinen Geradengleichung $y = ax - b$:

$$\text{Gl. 19)} \quad \ldots \quad y = a \cdot \frac{F}{U} - b.$$

Für die Werte a und b folgt aus Textabb. 14:

$$a = 0{,}00139, \quad b = 0{,}0008,$$

so dafs Gl. 19) für diesen Fall lautet:

$$\text{Gl. 20)} \quad \ldots \quad y^{cm} = 0{,}00139 \frac{F^{qcm}}{U^{cm}} - 0{,}0008.$$

Das Ergebnis dieses Versuches wurde durch eine zweite Beobachtungsreihe bestätigt. Die Mittelwerte aus den nach 0,5' beobachteten Senkungen und Hebungen sind in Zusammenstellung XIX angegeben, sie geben die gestrichelt gezeichnete Schaulinie der Textabb. 14, welche mit der zuerst gefundenen ausgezogenen gut übereinstimmt.

Zusammenstellung XIX.

Druckplatte Nr.	I	II	III	IV	V	VI
Belastung kg	54,18	41,25	19,84	20.44	12,80	6,97
F : U	5,83	5,08	4,32	3,58	2,83	2,08
Boden belastet, Senkung nach 0,5' μ	75,5	67,4	52,0	41,1	29,9	22,1
Boden entlastet, Senkung nach 0,5' μ	74,5	66,1	50,9	40,5	29,4	21,7

Ersetzt man die Linie der Textabb. 14 wieder durch eine Gerade, so ergeben sich:

$$a = 0{,}00158, \quad b = 0{,}00145,$$

also für diesen Versuch [Gl. 19)] die Gleichung:

$$\text{Gl. 21)} \quad y^{cm} = 0{,}00158 \cdot \frac{F^{qcm}}{U^{cm}} - 0{,}00145.$$

Die Beziehung zwischen den Formänderungen und dem Drucke auf die Flächeneinheit ist für dieselbe Druckplatte nach Gl. 14) gegeben durch

$$y_0 = \frac{p}{C_0} - c_0,$$

worin C_0 und c_0 die Werte bedeuten, welche für eine Platte von der Druckfläche F_0 und dem Umfange U_0 gefunden worden sind. Nach Gl. 19) ist für diese Platte auch

$$y_0 = a \cdot \frac{F_0}{U_0} - b,$$

und für eine andere Platte von ähnlicher Gestalt, mit der Druckfläche F und dem Umfange U

$$y = a \cdot \frac{F}{U} - b.$$

Daher ist auch

$$\frac{y}{y_0} = \frac{a \cdot \frac{F}{U} - b}{a \cdot \frac{F^0}{U^0} - b},$$

und durch Einsetzen des Wertes für y_0 schliefslich

$$\text{Gl. 22)} \quad y = \frac{a \cdot \frac{F}{U} - b}{a \cdot \frac{F_0}{U_0} - b} \left(\frac{p}{C_0} - c_0 \right).$$

Gl. 22) kann nun wieder in der Form der Gl. 14)

$$y = \frac{p}{C} - c$$

geschrieben werden, wenn

$$\text{Gl. 23)} \quad \left| \begin{array}{l} C = C_0 \cdot \dfrac{a \cdot \frac{F_0}{U_0} - b}{a \cdot \frac{F}{U} - b} \\[2ex] c = c_0 \cdot \dfrac{a \cdot \frac{F}{U} - b}{a \cdot \frac{F_0}{U_0} - b} \end{array} \right.$$

gesetzt werden. Danach lassen sich die einer Platte vom Umfange U und der Druckfläche F zugehörigen Werte C und c berechnen, wenn für eine andere Platte ähnlicher Gestalt, der Fläche F_0 und des Umfanges U_0 die Werte C_0 und c_0 aus einem Versuche gegeben sind.

Damit möge das Ergebnis eines frühern Versuches verglichen werden. Für die quadratische Druckplatte von 550 qcm hatte sich ergeben, dafs die Beziehung zwischen der Formänderung und dem Flächendrucke innerhalb der dort festgestellten Grenzen nach Gl. 15) gegeben ist durch

$$y = \frac{p}{8{,}8} - 0{,}0015.$$

Für eine halb so grofse Platte wurde nach Gl. 16) diese Beziehung für dieselben Grenzen gefunden zu

$$y = \frac{p}{20{,}4} - 0{,}0008.$$

Nun lassen sich die Bettungsziffern C und c für die kleinere Platte nach Gl. 23) auch aus den für die grofse Platte gefundenen Ziffern ableiten.

Für die grofse Platte ist $\frac{F}{U} = \frac{550}{94} = 5{,}86$,

für die kleine $\frac{F}{U} = \frac{137{,}5}{47} = 2{,}93$.

Die Werte a und b folgen aus dem zuletzt beschriebenen Versuche

das einemal . . $a = 0{,}00139$, $b = 0{,}0008$;
das anderemal . $a = 0{,}00158$, $b = 0{,}00145$;
also im Mittel . $a = 0{,}00148$, $b = 0{,}00112$.

Auf Grund der Mittelwerte von a und b erhält man nach Gl. 23) für die kleine Platte

$$C = 8{,}8 \cdot \frac{0{,}00148 \cdot 5{,}86 - 0{,}00112}{0{,}00148 \cdot 2{,}93 - 0{,}00112} = 8{,}8 \cdot 2.34 = \mathbf{20{,}6},$$

$$c = 0{,}0015 \cdot \frac{1}{2{,}34} = \mathbf{0{,}00064},$$

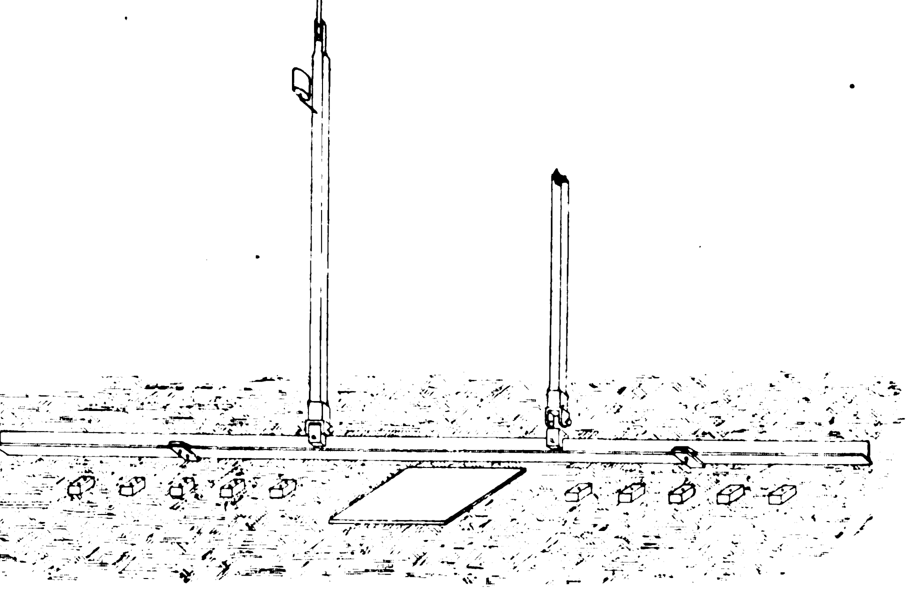
welche Werte mit den durch den Versuch gefundenen Ziffern der Gl. 16) ganz gut übereinstimmen.

VII. Die Formänderung in der Umgebung der belasteten Flächen.

A. In lotrechtem Sinne.

Zur Bestimmung der Einsenkungen in der Umgebung der belasteten Bodenfläche wurde die in Textabb. 15 dargestellte

Abb. 15.



Versuchseinrichtung benutzt.

An den Stellen, wo die Einsenkungen gemessen werden sollten, waren Klötzchen aus Hartholz von 35×25×20 mm auf den Boden gesetzt. Auf diesen ruhte mittels zwei besonders ausgestalteter Auflager ein T-Eisen, 25×25 mm von 2,20 m Länge, das in Textabb. 15 von den Unterlagen abgehoben dargestellt ist. Auf dem Stege des T-Eisens waren zwei Holzklötzchen befestigt, von denen aus die in Spitzen drehbar gelagerten Stangen zu den Spiegeln in die Höhe geführt waren. Die Auflager, mit denen das T-Eisen aufzuliegen kam, waren als Schieber mit Schleppfedern ausgebildet, die sich beliebig dahin verschieben liefsen, wo die Einsenkungen gemessen werden sollten. Diese Schlepper waren mit einer oder zwei Stahlspitzen versehen, sodafs das T-Eisen nur in drei Punkten auf

jeweils zwei Klötzchen auflag. Wo die Stahlspitzen aufzuliegen kamen, waren die Hartholzklötzchen mit flach gerundeten und gut geglätteten Metallplättchen versehen.

Mittels dieser Einrichtung konnten durch zwei Meſswerkzeuge die Einsenkungen beliebig vieler Punkte nacheinander aufgenommen werden, ohne daſs dazu zeitraubende Umstellungen erforderlich waren, die Verschiebung der beiden Schlepper genügte, was bei einiger Vorsicht immer leicht und rasch von statten ging. Die Belastung wurde in derselben Weise wie früher mittels des Holzschemels bewirkt, auf den die Gewichte aufgesetzt wurden, und unter dem das T-Eisen frei durchging.

Falls sich der Boden zu beiden Seiten der belasteten Platte ungleichmäſsig senkte, konnte durch eine einfache Rechnung aus dem beobachteten Unterschiede die tatsächliche Senkung auf jeder Seite genau ermittelt werden. Die Unterschiede waren jedoch nur unbedeutend, und das Mittel aus den beiderseitigen Ablesungen wurde daher stets als maſsgebend für beide Hälften der Einsenkungslinie angesehen. Hierbei ist unter Einsenkungslinie die Schnittlinie einer lotrechten, durch den Lastmittelpunkt gehenden Ebene mit der Mulde verstanden, die in der Bodenfläche unter und in der Umgebung der belasteten Platte entsteht, und deren Begrenzung bei gleichmäſsiger Belastung der Platte und bei gleichartiger Bodenbeschaffenheit eine Gestalt besitzt, die der der Platte ähnlich ist.

In der Nähe der Druckplatte machte sich noch eine geringfügige elastistische Nachwirkung geltend, die in gröſserer Entfernung nicht mehr genau festgestellt werden konnte, da sie nicht einmal die Gröſse der in derselben Zeit durch die Wärme bewirkten scheinbaren Senkung oder Hebung erreichte.

Die durch die Wärmeänderung entstehenden Fehler wurden dadurch ausgeschieden, daſs für die Belastung wie für die Entlastung gleiche Zeitabschnitte eingehalten und die Mittel aus beiden Beobachtungen als Maſs der tatsächlich erfolgten elastischen Formänderung verzeichnet wurden. Die Zeitdauer der Belastungen und Entlastungen war stets 0,5′.

Bemerkenswert ist noch die Verschiedenheit der Zeiträume, die für die Ausbildung der Formänderung in verschiedener Entfernung von der Druckplatte erforderlich waren, und die sich deutlich wahrnehmen lieſs. So bedurfte die Formänderung in 20 cm Entfernung vom Lastmittelpunkte etwa 2″ bis 3″ zu ihrer Ausbildung, während sie in einer Entfernung von 70 cm erst nach 8″ bis 10″ beendet war.

Wegen der zarten Auflagerung war die ganze Anordnung gegen Stöſse und Erschütterungen noch empfindlicher, als die frühere, die Beobachtungen wurden daher leichter und häufiger gestört. Die wahrnehmbaren äuſseren Einflüsse, welche derartige Störungen veranlaſsten, wurden im Beobachtungshefte vermerkt und die entsprechenden Zahlen in den Zusammenstellungen eingeklammert.

In der Weise wurden zunächst wieder mit der quadratischen Platte von 550 qcm Druckfläche Beobachtungen mit verschiedenen Belastungen aufgenommen, und dabei die in Zusammenstellung XX aufgezeichneten Ergebnisse erzielt.

Zusammenstellung XX.

Quadratische Platte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Abstand vom Lastmittelpunkte in cm.						
		15	20	30	40	50	60	70
1	70 kg	34,7	17,2	5,8	2,4	1,4	1,3	0,6
2	„ „	34,4	17,6	5.8	2,1	1,4	0,7	0,6
3	„ „	33,3	17,1	5,7	2,1	1,2	1,0	0,8
4	„ „	34.2	17,4	5,8	2.2	1,4	1,0	0,6
	Im Mittel . .	34,2	17,4	5,8	2,2	1,4	0,9	0,6
	Berechnet nach Gl. 25)	34,2	17,4	6,2	2,9	1,5	0.9	0,6
	Berechnet nach Gl. 27)	34,2	17.4	6,2	2,9	1,5	0,9	0,6
5	50 kg	23,5	11,8	4.1	1,5	1,1	—	—
6	„ „	23,1	12,0	3,8	1,3	1,0	—	—
7	„ „	23,0	11,6	4,4	1,4	1,0	—	—
8	„ „	23,1	11,7	3,7	1,4	0,9	—	—
	Im Mittel . .	23,2	11,8	4,0	1,4	1,0	—	—
	Berechnet nach Gl. 25)	23,2	11,6	4,1	1,9	1,0	—	—
	Berechnet nach Gl. 27)	23,2	11,6	4,1	1,9	1.0	—	—
9	25 kg	11.0	5.9	1,4	—	—	—	—
10	„ „	10,9	5,8	2,0	—	—	—	—
11	„ „	10.5	5,9	2,0	—	—	—	—
12	„ „	11,0	5,9	2,0	—	—	—	—
	Im Mittel . .	10,8	5,9	1,9	—	—	—	—
	Berechnet nach Gl. 25)	10,8	5,4	1,9	—	—	—	—
	Berechnet nach Gl. 27)	10.3	5,2	1,8	—	—	—	—

Um ein Bild von den Einsenkungslinien unter verschiedenen Belastungen zu erhalten, wurden die Mittelwerte aus Zusammenstellung XX als Höhen unter den entsprechenden Bodenpunkten in ursprünglicher Lage aufgetragen. Dadurch, daſs die Höhen 625 fach, die Längen aber 0,2 fach aufgetragen wurden, erhielt man stark verzerrte Bilder der Einsenkungslinien (Textabb. 16), in der die angestrichelten, wagerechten

Abb. 16.

60 cm 50 40 30 20 15 15 20 30 40 50 60 cm
Hohen 1 mm = 3,2 μ
25 Kg.
Zu Zusammenstellung XX
50 Kg.
70 Kg.

geraden Stücke die Senkungen angeben, welche der Erdboden unmittelbar unter der Druckplatte erfährt. Diese wurden jetzt nicht mehr eigens gemessen, sondern nach Gl. 14)

$$y = \frac{p}{C} - c$$

gerechnet, wobei die Werte den vorausgegangenen Versuchen entnommen wurden.

Man findet bei Prüfung der Ergebnisse in Zusammenstellung XX, dafs das Verhältnis der Einsenkungstiefen für eine bestimmte Linie durch die Beziehung gegeben ist:

Gl. 24) . . . . $$\frac{y}{y_1} = \frac{(k + x_1)^3}{(k + x)^3}.$$

Hierin bedeutet k einen von der Beschaffenheit des Erdbodens, von Form und Gröfse der Druckplatte abhängigen Wert; x und x_1 sind die Längen der Punkte, an welchen die Einsenkungen y und y_1 beobachtet wurden. Für die quadratische Platte von 550 qcm Druckfläche und die Bedingungen, unter denen der mit ihr unternommene Versuch stattfand, ist

$$k = 4{,}3 \text{ cm},$$

sodafs die Gleichung der Einsenkungslinie für eine bestimmte Belastung lautet:

Gl. 25) . . . . . $$\frac{y}{y_1} = \frac{(4{,}3 + x_1)^3}{(4{,}3 + x)^3}.$$

Nach dieser Gleichung wurden die Höhen für die Stellen, wo die Einsenkungen gemessen wurden, gerechnet, sie sind zum Vergleiche in Zusammenstellung XX eingeschrieben. Die Übereinstimmung mit den Versuchszahlen ist gut.

Die am Umfange der Druckplatte und unter ihr auftretende Senkung genügt dem durch Gl. 25) ausgedrückten Gesetze nicht: sie ist vielmehr gröfser, als der zugehörigen Länge, dem halben Plattendurchmesser, entspricht. Denkt man sich die Linie bis zum Plattenumfange nach Gl. 25) fortgesetzt, so tritt hier wegen der plötzlich vermehrten Senkung ein unvermittelter Übergang in eine lotrecht nach abwärts gehende Gerade ein. Eine solche Unstetigkeit ist nun sehr unwahrscheinlich; der tatsächliche Verlauf zwischen dem Plattenumfange und dem ersten Beobachtungspunkte kann aber dem Versuche nicht entnommen werden, da es nicht tunlich war, mit der Mefsvorrichtung noch näher an die Platte heranzugehen. Deshalb bleibt hier für die Vermutung leider ein kleiner Spielraum über. In der Darstellung der Einsenkungslinie wurde ein allmäliger Übergang in die lotrechte Gerade angenommen, die Linien nach Gl. 25) sind möglichst nahe an die Platte herangeführt.

Untersucht man nun noch die Abhängigkeit der Einsenkungen von den Lasten, welche auf die Druckplatte wirken, so findet man, dafs die Einsenkungen in der Umgebung der Druckplatte im Verhältnisse der Belastung zunehmen, wie die Senkungen der Druckplatte selbst. Es ist also

$$y = \mathfrak{K} \cdot y_0,$$

wenn mit y_0 die Senkung der Druckplatte, mit $\mathfrak{K}$ eine dem Versuche zu entnehmende Wertziffer bezeichnet wird. Nach Gl. 14) ist die Senkung der Druckplatte

$$y_0 = \frac{p}{C} - c,$$

folglich auch

$$y = \mathfrak{K}\left(\frac{p}{C} - c\right).$$

Für einen beliebigen Punkt im Abstande x_1 vom Lastmittelpunkte ergibt sich also die Einsenkungstiefe

$$y_1 = \mathfrak{K}_1\left(\frac{p}{C} - c\right),$$

und aus Gl. 24) zu

$$y_1 = y \cdot \frac{(k + x)^3}{(k + x_1)^3}.$$

Durch Gleichsetzen der beiden Werte von y_1 erhält man

$$\mathfrak{K}_1 \cdot \left(\frac{p}{C} - c\right) = y\,\frac{(k + x)^3}{(k + x_1)^3}.$$

oder

$$y = \mathfrak{K}_1 \cdot \frac{(k + x_1)^3}{(k + x)^3} \cdot \left(\frac{p}{C} - c\right).$$

Setzt man

$$\mathfrak{K}_1 \cdot (k + x_1)^3 = K,$$

so ergibt sich

Gl. 26) . . . $$y = \frac{K}{(k + x)^3} \cdot \left(\frac{p}{C} - c\right),$$

womit die allgemeine Gleichung der lotrechten Formänderungen in der Umgebung der Druckplatte gegeben ist.

Für die in Zusammenstellung XX verzeichneten Beobachtungsergebnisse folgt K = 1899, sodafs Gl. 26) für diesen Fall unter Berücksichtigung der früher ermittelten Werte geschrieben werden kann:

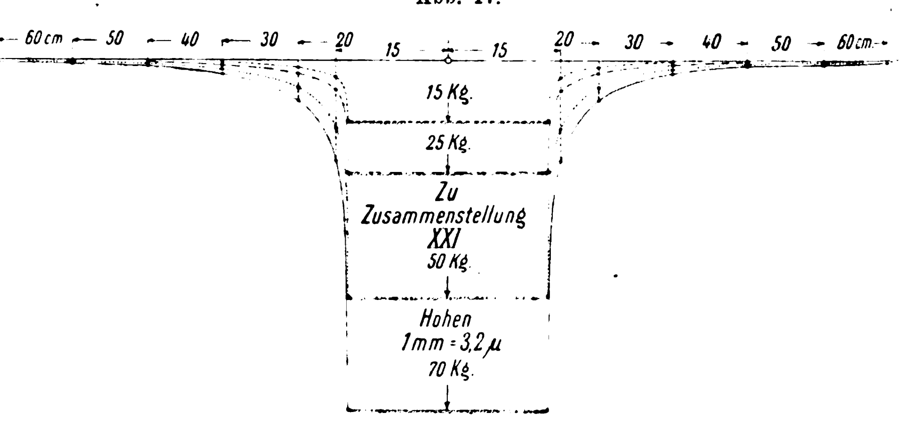
Gl. 27) . . $$y = \frac{1899}{(4{,}3 + x)^3} \cdot \left(\frac{p}{8{,}8} - 0{,}0015\right),$$

wonach die Einsenkungstiefen für die verschiedenen Belastungen und Abstände gerechnet und gleichfalls in Zusammenstellung XX eingeschrieben sind. Der Vergleich mit den Versuchszahlen liefert befriedigende Übereinstimmung; mathematische Übereinstimmung kann schon wegen des sich mit jeder neuen Belastung ändernden Verhaltens des Erdbodens nicht erwartet werden.

Das Ergebnis der mit Zusammenstellung XX und Abb. 16 angestellten Untersuchung wurde durch die Versuche mit anderen Druckplatten durchaus bestätigt. Diese sind in den Zusammenstellungen XXI bis XXIII und in den Textabb. 17 bis 19 wiedergegeben.

Zusammenstellung XXI enthält die mit der kreisförmigen Platte von 550 qcm Fläche gemachten Beobachtungen. Die Mittelwerte aus ihr ergaben die Einsenkungslinien der Textabb. 17, die ganz wie die in Textabb. 16 dargestellten ver-

Abb. 17.



Zusammenstellung XXI.

Kreisplatte 550 qcm.

Nr.	Belastung	Abstand vom Lastmittelpunkte in cm: 15	20	30	40	50	60	70
1	70 kg	43,8	17,3	6,2	2,6	1,8	1,4	0,4
2	„ „	41,0	16,6	6,1	2,7	2,0	1,1	0,4
3	„ „	41,8	16,3	5,8	2,6	2,0	1,0	0,4
4	„ „	41,5	16,4	6,3	2,6	1,0	1,4	0,5
	Im Mittel . .	42,0	16,7	6,1	2,6	1,7	1,2	0,4
	Berechnet nach Gl. 28)	42,0	16,7	4,8	1,9	1,0	0,6	0,3
	Berechnet nach Gl. 29)	42,0	16,7	4,8	1,9	1,0	0,6	0,3
5	50 kg	29,2	11,8	4,0	1,9	1,3	0,7	—
6	„ „	28,6	11,6	4,2	2,0	0,8	0,6	—
7	„ „	28,3	11,0	3,7	1,4	0,9	0,6	—
8	„ „	28,3	11,4	4,1	2,2	1,2	0,6	—
	Im Mittel . .	28,6	11,5	4,0	1,8	1,0	0,6	—
	Berechnet nach Gl. 28)	28,6	11,6	3,3	1,3	0,7	0,4	—
	Berechnet nach Gl. 29)	29,0	11,0	3,3	1,3	0,7	0,4	—
9	25 kg	12,6	4,9	1,8	0,7	0,6	—	—
10	„ „	12,6	4,9	2,0	0,9	0,5	—	—
11	„ „	12,6	5,0	1,5	0,6	0,6	—	—
12	„ „	12,5	5,0	1,8	0,9	0,6	—	—
	Im Mittel . .	12,6	5,0	1,8	0,8	0,6	—	—
	Berechnet nach Gl. 28)	12,6	5,0	1,4	0,6	0,4	—	—
	Berechnet nach Gl. 29)	13,5	5,4	1,5	0,6	0,4	—	—
13	15 kg	6,6	2,8	1,0	—	—	—	—
14	„ „	6,6	2,7	1,0	—	—	—	—
15	„ „	6,6	2,6	1,0	—	—	—	—
16	„ „	6,7	2,6	0,7	—	—	—	—
	Im Mittel . .	6,6	2,7	0,9	—	—	—	—
	Berechnet nach Gl. 28)	6,6	2,6	0,8	—	—	—	—
	Berechnet nach Gl. 29)	7,1	2,8	0,8	—	—	—	—

Zusammenstellung XXII.

Qradratplatte 137,5 qcm.

Nr.	Belastung	Abstand vom Lastmittelpunkte in cm: 10	20	30	40	50	60	70
1	70 kg	50,4	13,7	5,4	2,1	1,4	0,6	0,5
2	„ „	50,2	13,7	5,4	1,8	1,3	0,6	0,4
3	„ „	50,5	13,6	5,4	1,8	1,4	0,6	0,5
4	„ „	50,7	13,6	5,4	1,7	1,4	0,6	0,5
	Im Mittel . .	50,4	13,6	5,4	1,9	1,4	0,6	0,5
	Berechnet nach Gl. 30)	50,4	13,6	5,5	2,7	1,5	0,9	0,6
	Berechnet nach Gl. 31)	50,4	13,6	5,5	2,7	1,5	0,9	0,6
5	50 kg	35,4	9,4	3,5	1,6	0,8	0,3	—
6	„ „	34,6	8,8	3,5	1,4	0,8	0,3	—
7	„ „	34,3	8,8	3,5	1,3	0,6	0,3	—
8	„ „	34,6	8,8	3,6	1,2	0,7	0,3	—
	Im Mittel . .	34,7	9,0	3,5	1,4	0,7	0,3	—
	Berechnet nach Gl. 30)	34,7	9,3	3,8	1,9	1,0	0,6	—
	Berechnet nach Gl. 31)	35,3	9,5	3,8	1,9	1,1	0,7	—
9	25 kg	15,0	4,2	1,5	0,8	0,4	0,2	—
10	„ „	14,9	4,1	1,6	0,6	0,3	0,2	—
11	„ „	14,6	4,1	1,5	0,8	0,3	0,2	—
12	„ „	14,8	4,1	1,6	0,6	0,4	0,2	—
	Im Mittel . .	14,8	4,1	1,6	0,7	0,4	0,2	—
	Berechnet nach Gl. 30)	14,8	4,0	1,6	0,8	0,4	0,3	—
	Berechnet nach Gl. 31)	16,6	4,5	1,8	0,9	0,5	0,3	—
13	15 kg	9,0	2,3	0,6	0,4	0,3	—	—
14	„ „	8,9	2,4	0,7	0,3	0,2	—	—
15	„ „	9,1	2,6	0,8	0,3	0,3	—	—
16	„ „	9,0	2,5	0,6	0,3	0,2	—	—
	Im Mittel . .	9,0	2,5	0,7	0,4	0,3	—	—
	Berechnet nach Gl. 30)	9,0	2,4	1,0	0,5	0,3	—	—
	Berechnet nach Gl. 31)	9,1	2,5	1,0	0,5	0,3	—	—

laufen. In der Tat gelten dafür dieselben Gleichungen, und zwar sind die Wertziffern:

$$C = 9{,}8, \qquad K = 917,$$
$$c = 0{,}0007, \qquad k = -1{,}1,$$

sodafs das Verhältnis der Einsenkungstiefen entsprechend Gl. 24) gegeben ist durch

$$\text{Gl. 28)} \quad \frac{y}{y_1} = \frac{(x_1 - 1{,}1)^3}{(x - 1{,}1)^3},$$

und die Gleichung der Einsenkungslinie durch:

$$\text{Gl. 29)} \quad y = \frac{917}{(x - 1{,}1)^3}\left(\frac{p}{9{,}8} - 0{,}0007\right)$$

Die nach Gl. 28) und Gl. 29) gerechneten Werte sind in Zusammenstellung XXI eingeschrieben. Die Übereinstimmung mit den beobachteten Werten befriedigt.

Zusammenstellung XXII enthält die mit der quadratischen Platte von 137,5 qcm Druckfläche gemachten Beobachtungen. Textabb. 18 stellt die Einsenkungslinien dar, die sich aus den Mittelwerten ergaben.

Abb. 18.

Die Wertziffern sind diesmal:

$C = 20{,}4, \quad K = 1289,$

$c = 0{,}0010, \quad k = 8{,}3.$

Daher die Gleichungen

Gl. 30) . . . . $\frac{y}{y_1} = \frac{(8{,}3 + x_1)^3}{(8{,}3 + x)^3},$

Gl. 31) . . $y = \frac{1289}{(8{,}3 + x)^3} \cdot \left(\frac{p}{20{,}4} - 0{,}0010\right).$

Die nach diesen beiden Gleichungen berechneten Werte stimmen nach Zusammenstellung XXII gut mit den beobachteten überein.

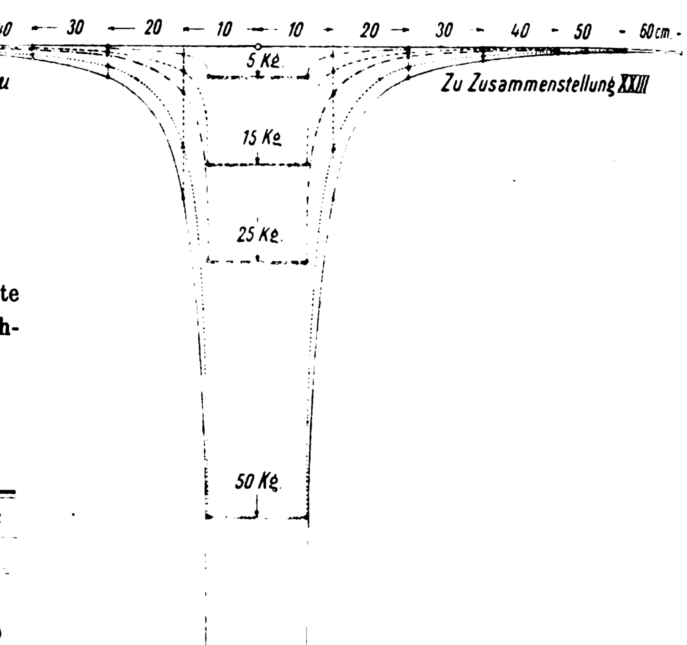
Zusammenstellung XXIII.

Kreisplatte 137,5 qcm.

Nr.	Belastung	Abstand vom Lastmittelpunkte in cm: 10	20	30	40	50	60
1	70 kg	64,5	13,2	5,6	2,2	1,3	1,1
2	„ „	64,2	13,0	5,4	2,2	1,0	1,0
3	„ „	64,1	13,0	5,5	2,4	1,2	1,0
4	„ „	64,6	12,9	5,8	2,6	1,1	1,1
	Im Mittel . .	64,3	13,0	5,6	2,3	1,2	1,0
	Berechnet nach Gl. 32) .	64,3	13,0	4,6	2,2	1,2	0,7
	Berechnet nach Gl. 33) .	64,3	13,0	4,6	2,2	1,2	0,7
5	60 kg	54,3	10,8	4,9	1,9	0,8	0,8
6	„ „	53,5	10,9	4,9	2,1	1,1	0,6
7	„ „	53,8	10,8	4,6	2,0	1,3	0,9
8	„ „	53,7	10,9	4,7	1,9	0,6	0,7
	Im Mittel . .	53,8	10,9	4,8	2,0	1,0	0,7
	Berechnet nach Gl. 32) .	53,8	10,9	3,9	1,8	1,0	0,6
	Berechnet nach Gl. 33) .	54,0	10,9	3,9	1,8	1,0	0,6
9	50 kg	43,8	8,3	4,1	1,7	0,7	0,5
10	„ „	43,0	8,4	3,8	1,4	0,7	0,5
11	„ „	42,6	8,5	3,1	1,6	0,9	0,5
12	„ „	42,4	8,4	3,2	1,4	0,6	0,5
	Im Mittel . .	43,0	8,4	3,5	1,5	0,7	0,5
	Berechnet nach Gl. 32) .	43,0	8,7	3,1	1,4	0,8	0,5
	Berechnet nach Gl. 33) .	44,7	9,0	3,2	1,5	0,8	0,5
13	25 kg	20,5	3,8	1,4	0,6	—	—
14	„ „	19,2	3,5	1,4	0,7	—	—
15	„ „	19,5	3,7	1,3	0,7	—	—
16	„ „	19,6	3,8	1,5	1,0	—	—
	Im Mittel . .	19,7	3,7	1,4	0,7	—	—
	Berechnet nach Gl. 32) .	19,7	4,0	1,4	0,7	—	—
	Berechnet nach Gl. 33) .	20,1	4,0	1,4	0,7	—	—
17	15 kg	10,9	2,2	0,8	0,6	—	—
18	„ „	10,1	2,0	0,6	0,5	—	—
19	„ „	10,6	2,1	0,6	0,4	—	—
20	„ „	10,1	2,0	0,6	0,5	—	—
	Im Mittel . .	10,4	2,1	0,6	0,5	—	—
	Berechnet nach Gl. 32) .	10,4	2,1	0,7	0,4	—	—
	Berechnet nach Gl. 33) .	10,3	2,1	0,7	0,3	—	—

Abb. 19.





Bei der in Zusammenstellung XXIII wiedergegebenen Versuchsreihe wurden die Einsenkungen auch für eine Belastung von 60 kg ermittelt. Die dieser entsprechende Einsenkungslinie wurde jedoch in Textabb. 19 nicht eingezeichnet, weil sie den übrigen Linien zu nahe lag.

Für die in Zusammenstellung XXIII aufgetragenen Beobachtungen ergeben sich die Wertziffern:

$C = 19{,}0, \quad K = 736,$

$c = 0{,}0017, \quad k = 4{,}2,$

daher die Gleichungen:

Gl. 32) . . . . $\frac{y}{y_1} = \frac{(4{,}2 + x_1)^3}{(4{,}2 + x)^3},$

Gl. 33) . . $y = \frac{736}{(4{,}2 + x)^3}\left(\frac{p}{19{,}0} - 0{,}0017\right).$

Auch hier stimmen die beobachteten Werte gut mit den nach Gl. 32) und Gl. 33) gerechneten überein.

Im Anschlusse an diese Betrachtung ist es auch am Platze, die von Herrn Prof. Föppl gefundenen und veröffentlichten Versuchswerte*) auf Gl. 24) hin zu prüfen.

Setzt man in dieser Gleichung k = 10, also

Gl. 34) . . . . $\frac{y}{y_1} = \frac{(10 + x_1)^3}{(10 + x)^3},$

so ergeben sich für die Längen von:	20	40	60	80 cm
die nach Gl. 34) gerechneten Werte zu	18,5	4,0	1,4	0,6 μ
Beobachtet wurden	18,3	4,1	1,4	0,6 μ

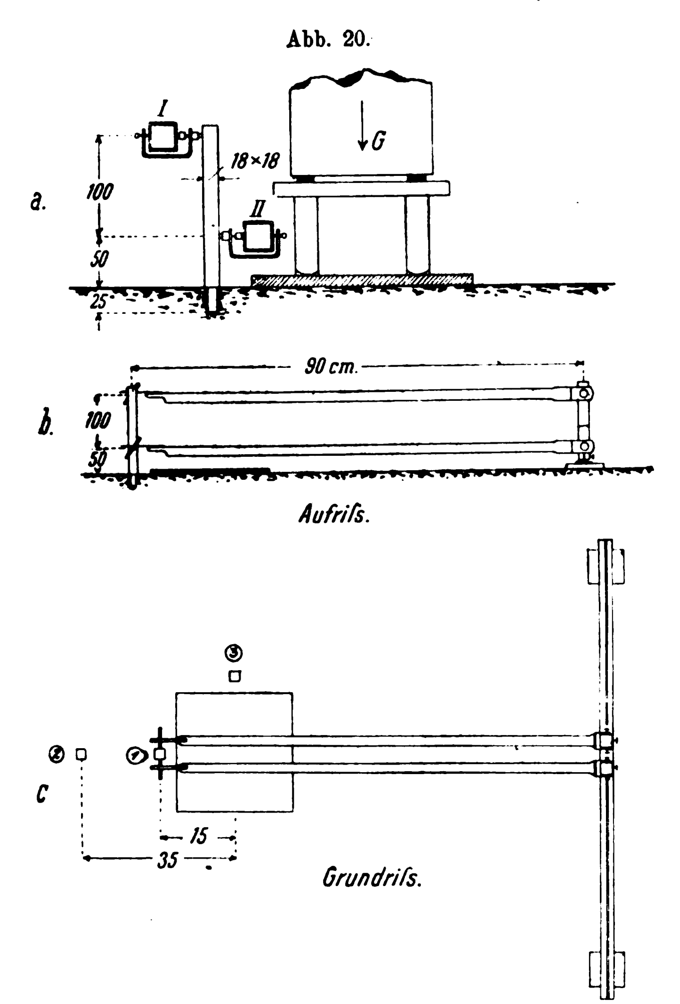
Also auch hier stimmen die beobachteten und die berechneten Werte gut.

*) Siehe S. 275.

B. In wagerechtem Sinne.

Auf Anregung des Herrn Professor Föppl untersuchte ich noch die Formänderungen, welche der Erdboden in wagrechtem Sinne in der Umgebung der belasteten Druckplatte erfährt. Zu dem Zwecke wurde die Versuchseinrichtung in folgender Weise abgeändert. An den Stellen, wo die wagrechten Verschiebungen oder Verdrehungen des Bodens gemessen werden sollten, wurde ein hölzerner Stab von 20 cm Länge und 18×18^{mm} Querschnitt $2^1/_2$ cm tief in den Boden gesteckt. An dem Stabe waren zwei Spiegelgeräte befestigt (Textabb. 20),

Abb. 20.



auf deren Hartgummiröllchen die an zwei Holzstäben befestigten Stahlfedern auflagen. Die Holzstäbe waren, zwischen Spitzen drehbar gelagert, an hölzernen Lagern festgehalten, die an dem Stege eines 2^m langen **T**-Eisens festgeschraubt waren. Das **T**-Eisen ruhte in genügender Entfernung von der belasteten Platte auf dem Boden, sodafs es von der Belastung nicht beeinflufst und als festliegend angesehen werden konnte.

Die Bewegung, welche der im Boden steckende Stab erfuhr, hatte durch das Abwälzen der Hartgummiröllchen auf den Stahlfedern der durch das **T**-Eisen festgehaltenen Holzstäbe eine Drehung der Spiegel zur Folge, die wieder in den Fernrohren beobachtet wurde.

Dadurch, dafs die Spiegel in verschiedener Höhe, 5 und 15 cm vom Boden entfernt, befestigt waren, bewirkte jede Verdrehung des Bodens an Spiegel I (Textabb. 20) eine gröfsere Drehung als an Spiegel II, aus dem beobachteten Unterschiede konnte auf die Gröfse der Bodenverdrehung und damit auch auf die Gröfse der wagrechten Verschiebung des Bodens geschlossen werden.

Zusammenstellung XXIV enthält die Versuchswerte, die mit der quadratischen Platte von 541,8 qcm Druckfläche zunächst an einer Stelle 1 (Textabb. 20c) 15 cm vom Platten- und Last-Mittelpunkte für drei verschiedene Laststufen erhalten wurden.

Zusammenstellung XXIV.

Nr.	Entfernung des Punktes vom Lastmittelpunkte	Belastung	Spieg. I 15 cm vom Boden α	Spiegel II 5 cm vom Boden β	δ (μ)	Δ (μ)	φ' (Sek)	φ (Sek)	y_0 (μ)	y (μ)
1	15 cm	0,125 kg/qcm	33,7	23,5	—	—	—	—	—	—
2			36,4	23,3	—	—	—	—	—	—
3			36,5	23,8	—	—	—	—	—	—
4			36,4	23,3	—	—	—	—	—	—
5			36,4	23,1	—	—	—	—	—	—
6			36,9	23,5	—	—	—	—	—	—
		Mittel . .	36,0	23,4	6,3	17,1	27″	81″	95,5	25,2
7	15 cm	0,100 kg/qcm	28,3	18,1	—	—	—	—	—	—
8			27,1	18,5	—	—	—	—	—	—
9			24,4	16,6	—	—	—	—	—	—
10			25,0	17,0	—	—	—	—	—	—
11			25,6	16,7	—	—	—	—	—	—
12			24,0	16,0	—	—	—	—	—	—
		Mittel . .	25,7	17,1	4,3	12,8	18″	63″	75	19,8
13	15 cm	0,050 kg/qcm	9,3	6,3	—	—	—	—	—	—
14			7,4	5,4	—	—	—	—	—	—
15			7,6	5,5	—	—	—	—	—	—
16			7,6	5,6	—	—	—	—	—	—
17			7,5	5,3	—	—	—	—	—	—
18			7,3	5,3	—	—	—	—	—	—
		Mittel . .	7,8	5,6	1,1	4,5	5″	27″	31,5	8,3
19	35 cm	0,125 kg/qcm	0,6	1,5	—	—	—	—	—	—
20			0,6	1,5	—	—	—	—	—	—
21			1,0	1,2	—	—	—	—	—	—
22			0,6	1,4	—	—	—	—	—	—
		Mittel . .	0,7	1,4	—0,3	1,7	—1,5″	4,5″	95,5	3,0

Wird die Ablesung am Spiegel I mit α, am Spiegel II mit β und die am Spiegel II durch die Verdrehung allein hervorgebrachte Bewegung mit δ bezeichnet, so ergibt sich dessen wagrechte Verschiebung Δ aus der einfachen Beziehung:

$$\Delta + \frac{15}{5} \cdot \delta = \alpha$$

$$\Delta + \delta = \beta.$$

Daraus

$$\delta = \frac{\alpha - \beta}{2};$$

$$\Delta = \beta - \delta = \frac{3\beta - \alpha}{2}.$$

Der Drehwinkel φ' ergibt sich aus

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{\delta(\mu)}{5\,(\mathrm{cm})} = \frac{\delta}{5 \cdot 10^4} = \frac{\alpha - \beta}{10^5}.$$

Derart wurden die Werte für δ, Δ und φ' bestimmt und in

Zusammenstellung XXIV eingeschrieben. Die erhaltenen Drehwinkel sollen nun noch mit jenen verglichen werden, die sich aus der Gleichung für die Einsenkungslinie rechnen lassen. Differenziert man Gl. 26)

$$y = \frac{K}{(k+x)^3}\left(\frac{p}{C} - c\right) = \frac{K \cdot y_0}{(k+x)^3}$$

nach x, so erhält man den Neigungswinkel

Gl. 35) . . . $\operatorname{tg} \varphi = -\frac{3 \cdot K \cdot y_0}{(k+x)^4}$.

Für die Tangente des Neigungswinkels φ' der Rechtwinkeligen gegen die Lotrechte folgt derselbe Wert mit umgekehrtem Vorzeichen.

Führt man in Gl. 35) die Werte ein, die für die Einsenkungslinie mit der quadratischen Platte von 550 qcm Druckfläche gefunden sind, so ergibt sich der Drehwinkel der Rechtwinkeligen zur Einsenkungslinie in dem 15 cm vom Lastmittel entfernten Punkte aus

Gl. 36) . . . $\operatorname{tg} \varphi = \frac{3 \cdot 1899}{(4 \cdot 3 + 15)^4} \cdot y_0$.

Die Senkung der Druckplatte y_0 wurde hier nicht eigens gemessen, liefs sich aber dem unmittelbar vorausgegangenen Versuche zur Bestimmung der Abhängigkeit der Senkungen von der Platten-Form und -Gröfse entnehmen. Mit derselben Druckplatte war nämlich für 0,1 kg/qcm die Senkung zuletzt zu 75 μ gefunden worden. Daraus wurden unter der Annahme, dafs die C und c dieselben geblieben sind, die Werte von y_0 auch für die anderen Belastungen gerechnet.

Setzt man diese Werte in Gl. 36) ein, so ergeben sich die Drehwinkel, die in Zusammenstellung XXIV in der Spalte φ eingetragen sind. Ein Vergleich mit den vorher gefundenen Winkelgröfsen φ' läfst die letzteren durchweg zu klein erscheinen. Da der Beobachtungspunkt nur 15 cm von der Lastmitte entfernt war, sich also schon in der Nähe der Platte befand, wo Gl. 25) gerade noch brauchbar, die durch Differenzieren daraus abgeleitete Gleichung aber bereits unzutreffende Werte liefert, so ist auf diesen Unterschied nicht sonderlich viel Gewicht zu legen.

Anders ist es mit der Beobachtung, die in 2 Textabb. 20c in 35 cm Entfernung von Lastmittel gemacht wurde. Hier ergaben sich am Spiegel II gröfsere Ablesungen als am Spiegel I, also Verdrehungen im entgegengesetzten Sinn wie bei 1, die an sich unmöglich und unverständlich scheinen. Der beobachtete Drehwinkel φ' ergibt sich nach Zusammenstellung XXIV zu — 1,5″, der nach Gl. 36) gerechnete zu + 4,5″. Nach eingehender Prüfung aller in Betracht kommenden Fehlerquellen bleiben nur zwei Erklärungsmöglichkeiten.

Die Verdrehung des im Boden steckenden Stabes ist nur von dem Unterschiede in der Dehnung der oberen Bodenschichten gegenüber den unteren abhängig. Nimmt der Unterschied nicht in geradem Verhältnisse mit der Tiefe zu, so hängt der zum Ausdrucke gebrachte Drehwinkel von der Länge des im Erdboden steckenden Stabendes ab. Da diese Länge bei dem Versuche nur $2^1/_2$ cm betrug, so ist von diesem Umstande wohl ein ins Gewicht fallender Einflufs auf den Drehwinkel nicht zu erwarten.

Man gelangt daher zu der Annahme, die Ursache der zu klein gefundenen Drehwinkel in geringen Verdrückungen zu suchen, welche die das Stabende umschliefsenden Erdteilchen an der Oberfläche des Bodens und in deren Nähe erfahren haben. Diese Verdrückungen können teils schon vor dem eigentlichen Versuche stattgefunden haben, teils auch erst während des Versuches dadurch entstanden sein, dafs die Bewegungswiderstände, welche die Hartgummiröllchen auf den Stahlfedern erfuhren, hingereicht haben, die Mitteilung der an der Oberfläche stattfindenden gröfseren Bewegung an den Stab teilweise zu verhindern.

Die Gröfse der Verdrehung δ folgt aus den Ablesungen I und II wie zuvor, nur mit entgegengesetzten Vorzeichen; man erhält dann die wagerechte Verschiebung Δ, indem man die Verdrehung δ zur Ablesung am Spiegel II hinzuzählt. Die so erhaltenen Werte sind jedoch nach den vorausgegangenen Betrachtungen mit einiger Vorsicht aufzunehmen; jedenfalls wäre für die Beobachtung der wagerechten Verschiebung eine Nachprüfung am Platze.

Schliefslich wurde die Spiegelvorrichtung auch noch an der in Textabb. 20c mit 3 bezeichneten Stelle angebracht, um zu untersuchen, ob die Belastung der Druckplatte auch eine Verschiebung des Bodens in der Richtung der zunächst liegenden Quadratseite eintritt. Eine nenneswerte Bewegung konnte hierbei nicht festgestellt werden.

Um einen Vergleich der vorstehend ermittelten wagerechten Verschiebungen mit den an derselben Stelle und zu gleicher Zeit erfolgten Einsenkungen zu ermöglichen, wurden letztere nach Gl. 26) gerechnet und ebenfalls in Zusammenstellung XXIV eingeschrieben. Man sieht, dafs die wagerechten Verschiebungen etwa um 30 bis 40% hinter den lotrechten Formänderungen zurückbleiben; immerhin sind sie nicht unbedeutend. Freilich läfst der Vergleich der nach Gl. 36) berechneten und der unmittelbar beobachteten Drehwinkel φ, wonach die letzteren zu klein gefunden worden sind, darauf schliefsen, dafs die wagerechten Verschiebungen in Wirklichkeit etwas kleiner sein werden, als in Zusammenstellung XXIV angegeben.

VIII. Das Verhalten einer auf den Erdboden geschütteten Kiesbettung.

Um die bisherigen Versuchsergebnisse mit dem Verhalten einer Kiesbettung zu vergleichen, und um gleichzeitig die Bewegungen und Vorgänge in verschiedenen Tiefen des Bodens zu beobachten, wurden nach einander Kiesschichten von 15, 25, 35, 45 und 55 cm Höhe auf den bislang untersuchten Erdboden gebracht.

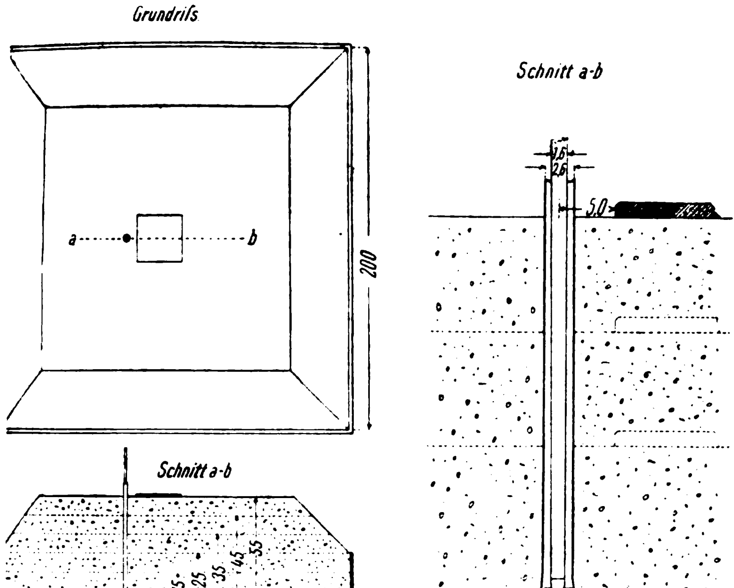
Der Kies wurde, um alle groben Stücke auszuscheiden, durch ein Sieb von 3 cm Maschenweite, und um auch den reichlich vorhandenen Sand zu entfernen, nochmals auf ein feinmaschiges Sieb geworfen. Der Boden, der bei andauernder Hitze an der Oberfläche ausgetrocknet und hart geworden war, wurde erst mit Wasser begossen; dann wurde der Kies aufgebracht und in Schichten von 5 zu 5 cm mit einem etwa 10 kg schweren Stampfer leicht überstampft.

Aus Textabb. 21 ist die Gestalt des aufgeschütteten Kiesbettes ersichtlich. Seine Grundfläche, ein Quadrat von 2 m Seitenlänge, war so grofs, dafs alle noch in Betracht kommenden Bewegungen innerhalb ihrer Begrenzung erfolgten. In Mitte



dieses Kiesbettes wurde die quadratische Platte von 541,8 qcm Druckfläche aufgelegt und eine satte Auflagerung dadurch erzielt, dafs im Auflager der Platte ganz feiner Kies aufgestreut und die Fläche durch wiederholtes Aufsetzen der Druckplatte geebnet wurde. Die so geschaffene Auflage war der einer unterstopften Eisenbahnschwelle nicht unähnlich. Auf die Platte wurde wieder das T-Eisen aufgeschraubt, an diesem wurden wie früher die Holzstäbe befestigt und zu den Spiegelgeräten geführt, die ihrerseits an dem nach Bedarf höher gestellten, wagerechten Winkeleisen befestigt waren.

Abb. 21. Abb. 22.



Um die bei der Belastung der Druckplatte entstehenden Senkungen des Bodens unter der Kiesbettung zu messen, war ein 25 mm weites Rohr aus Weifsblech vom Boden aus durch den Kies hochgeführt (Textabb. 21 und 22). In dem Rohre befand sich ein runder, 16 mm starker Holzstab, an dessen unterm Ende eine metallene Halbkugel befestigt war, während das obere Ende durch eine Stahlfeder mit einem der Spiegelgeräte in Verbindung gebracht werden konnte. Der Stab ruhte mittels eines besondern Auflagers auf dem Boden, das aus einem Stücke Tonschiefer schwach kegelförmig herausgearbeitet und oben mit einer kugelförmigen Vertiefung versehen war. In der Vertiefung befand sich ein kleines, ein wenig abgerundetes Metallplättchen, auf das sich der durch das Rohr herabgelassene Stab aufsetzte. Das Rohr war an seinem untern Ende gleichfalls kegelförmig erweitert, und safs, solange der Kies aufgeschüttet und überstampft wurde, fest auf dem Auflager auf. Dann wurde es etwas hochgezogen, was bei der glatten Aufsenfläche leicht war, worauf das Auflager völlig frei stand.

Nachstehend sind nun die Beobachtungsergebnisse für die verschiedenen Kieshöhen angeführt.

15 cm Kieshöhe.

Die Druckplatte wurde wieder erst mit 12,5 kg, dann mit 25, 50, schliefslich mit 70 kg wiederholt belastet, dabei wurden zuerst die Senkungen der Platte selbst, hierauf die des Untergrundes gemessen. Die Dauer einer jeden Belastung und Entlastung betrug wieder 45 Sekunden. Die beobachteten

Zusammenstellung XXV.

Nr.	Belastung	1. Versuchsreihe				2. Versuchsreihe			
		Platte		Untergrund		Platte		Untergrund	
		Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung
1	12,5 kg	10,6	10.3	2,6	2,6	8.2	7,4	2,2	2,1
2	„ „	10,6	10,4	2,8	2,6	7.5	7,0	2,0	2,0
3	„ „	10,5	10,2	2,8	2,6	7,4	7,8	2,0	2,0
4	„ „	10,3	10,3	2,8	2,8	7,6	7,3	2,0	2,0
5	„ „	10,2	10,0	2,8	2,8	7,5	7,7	1,8	2,0
6	„ „	—	—	2,8	2,8	7,7	8,1	2,0	2,0
7	„ „	—	—	2,8	2,8	7,8	7,5	1,9	1,8
8	„ „	—	—	3,0	2,8	8.2	8,2	2,0	2,0
	Mittel	10.4	10,2	2,8	2,8	7,7	7,6	2,0	2,0
9	25 kg	23,2	23,1	6,6	6,6	21,5	19,5	5,2	5,2
10	„ „	23,0	22,7	6,8	6.6	20,5	20,2	5.2	5,0
11	„ „	22,8	22,6	6.6	6,4	21,5	22,5	5.0	5,1
12	„ „	22,7	22,6	6,8	6,5	20,8	20,2	5,1	5,0
13	„ „	22,9	22,7	6,7	6,4	20,0	19,8	5,2	6,0
14	„ „	22,7	22,6	6,8	6,6	19,8	19,9	5.2	5,2
15	„ „	—	—	6,8	6,6	19,9	20,2	5,0	5,0
16	„ „	—	—	6,8	6,6	19,7	20,0	4,8	5,2
	Mittel	22,9	22,7	6,8	6,6	20,4	20,3	5,0	5,2
17	50 kg	50,4	49.8	15,0	14,6	48,9	44,1	12,2	11,6
18	„ „	49,8	49,0	14.9	14,6	43.6	43,9	11.0	10,8
19	„ „	49.8	49,4	14,8	14.6	44,2	43,8	10,8	11.5
20	„ „	49,2	48,9	14,6	14,5	43.6	43,7	11,1	11,2
21	„ „	49,0	48,8	14,8	14.4	43,4	43,2	11.2	11,1
22	„ „	48,9	48,8	14,8	14,2	43.1	43,1	11,6	11,4
23	„ „	—	—	14,8	14.0	43,4	43,2	10.8	11,2
24	„ „	—	—	14,8	14,4	42,9	42,9	11,0	11,2
	Mittel	49,5	49,1	14,8	14.4	44,1	43,5	11,2	11,2
25	70 kg	71,6	69,4	23,6	22,6	70,5	63,1	17,2	16,4
26	„ „	70,3	69,6	22,6	22,0	66,9	65,4	16,8	16,8
27	„ „	70,9	69,5	22,4	22,0	63,9	63,1	16,0	16,8
28	„ „	70,3	69,4	22,3	22,2	63,9	63,4	17,2	17,3
29	„ „	70,2	70,0	22,0	21,5	63,6	63,4	16,2	16,4
30	„ „	—	—	22,3	21,9	63,2	62,6	17,2	17,3
31	„ „	—	—	22,2	21,8	63,0	62.4	16,3	16,6
32	„ „	—	—	22,4	22,0	62,6	62,5	16,0	16,2
	Mittel	70,7	69,6	22,4	22,0	64.7	63,2	16,6	16,8
33	105 kg	—	—	—	—	103,8	96.5	28,6	27,4
34	„ „	—	—	—	—	97,4	96.2	27,8	27,8
35	„ „	—	—	—	—	96,6	96.6	27,7	27,7
36	„ „	—	—	—	—	96,5	95,2	27,2	26,8
37	„ „	—	—	—	—	95,9	95,0	27,2	27,1
38	„ „	—	—	—	—	95,2	94,9	27,3	27,6
39	„ „	—	—	—	—	95,0	94,8	27,0	26,6
40	„ „	—	—	—	—	94,2	94,2	27,2	26,8
	Mittel	—	—	—	—	96.8	95,4	27,6	27,2
41	125 kg	—	—	—	—	120,7	111,1	32,6	30,0
42	„ „	—	—	—	—	115,0	113,2	31,0	30,2
43	„ „	—	—	—	—	116,0	113,2	31,4	30,2
44	„ „	—	—	—	—	115,0	112,4	31,2	30,1
45	„ „	—	—	—	—	114,5	112,7	30,4	29,6
46	„ „	—	—	—	—	115,0	113,4	30,8	30,0
47	„ „	—	—	—	—	104,4	115,3	30.4	30,1
48	„ „	—	—	—	—	—	—	31.1	30,4
	Mittel	—	—	—	—	114,4	113,0	31,2	30,0

Formänderungen sind in Zusammenstellung XXV unter »1. Versuchsreihe« angegeben und zwar enthalten die »Platte« überschriebenen Spalten die Senkungen und Hebungen der Druckplatte selbst, die nächsten beiden die Formänderungen des Untergrundes 15 cm tief unter der Platte an einem Punkte, der 5 cm vom Rande der Druckplatte oder 16,5 cm von Lastmitte entfernt war (Textabb. 22).

Man sieht aus der Zusammenstellung, dafs die Hebung bei jeder Belastung hinter der Senkung zurückbleibt, sodafs jedesmal an der Platte und am Untergrunde eine bleibende Formänderung entsteht. Man erkennt ferner, dafs die bleibende Verdrückung mit der Belastung zunimmt und bei der erstmaligen Belastung ein und derselben Laststufe stets am gröfsten ist, ganz so, wie dies am Erdboden selbst gefunden und genauer untersucht ist. Man erkennt auch, dafs die bleibenden Verdrückungen, ebenso wie die elastischen am Untergrunde wesentlich kleiner sind, als an der Platte.

Trägt man in einem Achsenkreuze die Belastungen wieder als Längen, die Mittelwerte aus den beobachteten Senkungen und Hebungen derselben Laststufe als Höhen auf, so erhält man die in Textabb. 22 wiedergegebenen, stark ausgezogenen Schaulinien, welche die Abhängigkeit der Formänderungen von den Lasten für den Untergrund und die Platte darstellen. Man sieht, dafs die Schaulinien mit ziemlicher Annäherung durch eine Gerade ersetzt werden können, sodafs ihre Gesetzmäfsigkeit nach Gl. 14) gegeben ist durch

$$y = \frac{p}{C} - c.$$

Für die erste Versuchsreihe ergeben sich:
an der Platte

die Werte . . . . . $C_1 = 17{,}5$; $c_1 = 0{,}00033$,

daher . . . . $y_1 = \frac{p}{17{,}5} - 0{,}00033$,

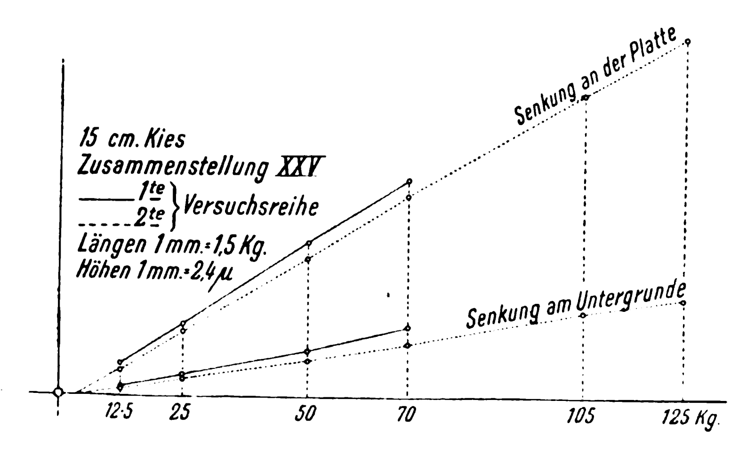
am Untergrunde

die Werte . . . . . $C_1' = 56{,}8$; $c_1' = 0{,}00012$,

daher . . . . $y_1' = \frac{p}{56{,}8} - 0{,}00012$.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurden die Belastungen bis auf 125 kg vermehrt. Die beobachteten Formänderungen sind in die übrigen Spalten der Zusammenstellung XXV eingetragen. Die Mittelwerte aus den Senkungen und Hebungen derselben Laststufe ergaben in Textabb. 23 die gestrichelten Schaulinien,

Abb. 23.



die wieder mit genügender Annäherung durch Gerade ersetzt werden können.

Für die Platte folgt

$$C_2 = 19{,}5; \quad C_2 = 0{,}00038;$$

daher $$y_2 = \frac{p}{19{,}5} - 0{,}00038;$$

für den Untergrund

$$C_2' = 72{,}5; \quad c_2' = 0{,}00011.$$

daher $$y_2' = \frac{p}{72{,}5} - 0{,}00011;$$

Aus den für die erste und zweite Versuchsreihe gefundenen Werten lassen sich Mittelwerte berechnen nach der geometrischen Beziehung:

$$C_m = \frac{c_1 C_1 + c_2 C_2}{c_1 + c_2} \quad \text{und} \quad c_m = \frac{c_1 + c_2}{2}.$$

Danach folgt für das Planum als Mittel beider Versuchsreihen:

$$C = 18{,}5; \quad c = 0{,}00036.$$

Gl. 37) . . . $$y = \frac{p}{18{,}5} - 0{,}00036,$$

für den Untergrund

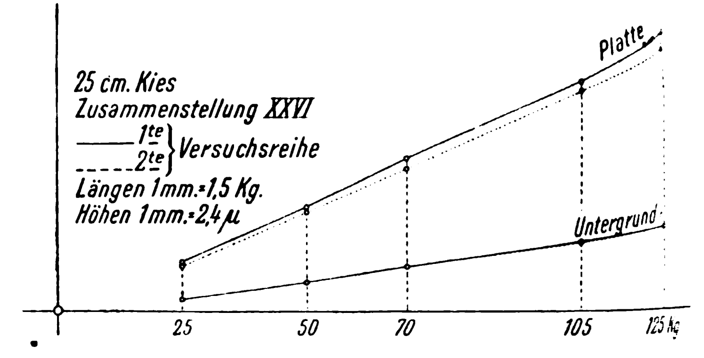
$$C' = 64{,}2; \quad c' = 0{,}00012,$$

Gl. 38) daher $$y' = \frac{p}{64{,}2} - 0{,}00012.$$

25 cm hohe Kiesbettung.

Auch hier wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt, deren Ergebnisse in Zusammenstellung XXVI verzeichnet sind. Die Mittelwerte aus den Senkungen und Hebungen ergeben in Textabb. 24 die stark ausgezogenen Schaulinien für die erste, die gestrichelten für die zweite Versuchsreihe.

Abb. 24.



Werden die Schaulinien wieder durch Gerade ersetzt, so erhält man für die

1. Versuchsreihe
   an der Platte $C_1 = 25{,}6$; $c_1 = 0{,}00028$.
   am Untergrunde $C_1' = 82{,}8$; $c_1' = 0{,}00020$;
2. Versuchsreihe
   an der Platte $C_2 = 26{,}6$; $c_2 = 0{,}00032$,
   am Untergrunde $C_2' = 81{,}5$; $c_2' = 0{,}00024$.

Daraus ergeben sich die mittlern Werte:

an der Platte $C = 26{,}2$; $c = 0{,}00030$,

Gl. 39) daher $$y = \frac{p}{26{,}2} - 0{,}00030;$$

am Untergrunde $C' = 82{,}1$; $c' = 0{,}00022$,

Gl. 40) daher auch $$y' = \frac{p}{82{,}1} - 0{,}00022.$$

Zusammenstellung XXVI.

Nr.	Belastung	1. Versuchsreihe Platte Senkung	Platte Hebung	Untergrund Senkung	Untergrund Hebung	2. Versuchsreihe Platte Senkung	Platte Hebung	Untergrund Senkung	Untergrund Hebung
1	25 kg	16,4	15,6	3,8	3,4	16,8	14,6	3,6	3,6
2	„ „	15,5	15,5	3,0	3,6	14,2	13,6	3,6	3,6
3	„ „	15,4	15,0	3,7	4,0	14,0	13,8	3,5	3,4
4	„ „	15,1	15.5	3,6	3,6	14,2	13,7	3,6	3,5
5	„ „	15,5	15,4	3,3	3.2	13,8	13,5	3,6	3,4
6	„ „	15,3	15,2	3.6	3,5	13,7	13,5	3,6	3,4
7	„ „	15.1	14,9	3,4	3,4	13,7	13.4	3,6	3,4
8	„ „	15,3	15,0	3,2	3,2	13,6	13,3	3,4	3,2
	Mittel	15,4	15,3	3,4	3,4	14,2	13,7	3,6	3,4
9	50 kg	34,5	33,3	9,2	8,6	33,3	31,5	9,4	8,8
10	„ „	33,7	33,2	9,0	9,0	31.6	31,3	9,2	8,8
11	„ „	33,0	33,0	9,1	9,0	31,7	31,0	9,2	9,0
12	„ „	33,1	33,0	8,8	8,8	31,4	30,8	9,1	8.7
13	„ „	33,1	33,0	8,8	8,9	31,1	31,0	9,0	8,6
14	„ „	32,9	32,7	9,1	9,3	31,1	30,9	8,8	8,4
15	„ „	32,7	32,6	8,8	8,8	30,8	30,3	9,0	8,8
16	„ „	32,7	32,6	9,0	9,0	30,6	30,2	9,0	9,0
	Mittel	33.2	32,9	9,0	9,0	31,4	30,9	9,0	8,8
17	70 kg	54,1	48,7	15,2	14,0	46,8	44,9	15,2	13,6
18	„ „	49,6	48.2	14,2	14,0	46,2	45,0	14,8	13.6
19	„ „	48,8	48,1	14,1	13,9	46,4	45,4	14,4	14,0
20	„ „	48,5	47,7	13,8	13,6	46,1	45,0	14,2	13,7
21	„ „	47,8	47,4	13.9	14,0	45,5	44,9	14,3	13.8
22	„ „	47,4	47,4	14,2	14,0	45,0	44,2	14,2	14,0
23	„ „	48,0	47,2	13,8	13,8	45,1	44,1	14,4	14,0
24	„ „	47,3	47,8	14,0	14,0	44,8	44.2	14,2	13,9
	Mittel	48,9	47,8	14,2	14,0	45,7	44,7	14,4	13,8
25	105 kg	76.8	73,0	22,0	21,2	73,0	99,5	20,8	21,2
26	„ „	74,0	72,6	21,4	21,2	70,9	69,5	21,8	21,2
27	„ „	73,4	72,2	21,2	21,3	70,1	69,0	22,0	21.4
28	„ „	72,7	71.8	21,2	21,2	70,2	68,8	21,6	21,2
29	„ „	72,6	71,7	21,2	21,2	69,5	68,9	21,6	21,0
30	„ „	71,9	71,6	21,3	21,4	69,7	68,5	21,6	21,2
31	„ „	72,2	71,6	21,4	21,4	69,3	68,2	22,0	21,0
32	„ „	72,0	70,0	21,8	21,8	69,3	68,9	21,6	21,2
	Mittel	73,2	71,9	21,4	21,4	70,2	68,9	27,0	21,2
33	125 kg	99,5	91,1	27,2	26,0	91,2	80,2	27,0	25,6
34	„ „	90.0	85,9	26,4	25,6	83,6	80,0	26,8	25,8
35	„ „	89,4	86,3	26,0	26,0	83,0	80,4	27,0	26.0
36	„ „	88,3	85,9	26,0	26,0	83,0	80,9	26,2	26,0
37	„ „	89,0	86,3	26,0	26,0	83,0	80,7	26,4	26,0
38	„ „	87,0	85,2	26,0	26,0	82,6	80.7	26,4	25,6
39	„ „	87,2	85,4	26,0	25,9	82,6	81,3	26,6	26,0
40	„ „	87,0	85,7	25,8	25,8	82.6	81,1	26,8	25,8
	Mittel	89,7	86,5	26,2	26,0	83,9	80,7	26,6	25,8

35 cm hohe Kiesbettung.

Die Ergebnisse mit 35 cm Kies sind in Zusammenstellung XXVII angegeben. Die Mittelwerte führten zu den Schaulinien der Textabb. 25. Für die Gleichungen der angenommenen Geraden erhält man aus der

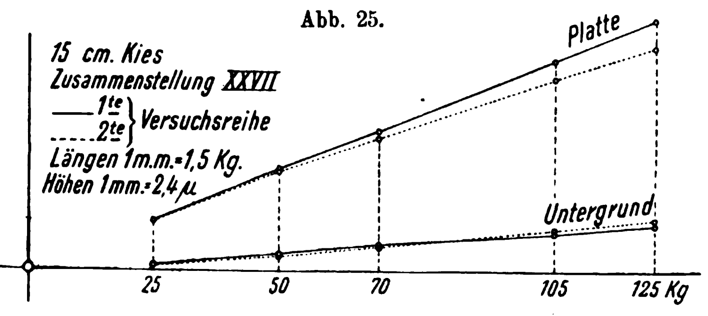
1. Versuchsreihe

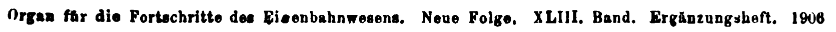
an der Platte $C_1 = 28,8$; $c_1 = 0,00004$,
am Untergrunde $C_1' = 143$; $c_1' = 0,00015$;

Zusammenstellung XXVII.

Nr.	Belastung	1. Versuchsreihe Platte Senkung	Platte Hebung	Untergrund Senkung	Untergrund Hebung	2. Versuchsreihe Platte Senkung	Platte Hebung	Untergrund Senkung	Untergrund Hebung
1	25 kg	17,1	15,5	2,0	2,0	17,7	15,8	1,6	1,5
2	„ „	15,8	15,6	1,8	1,8	15,8	15,6	1,6	1,6
3	„ „	15,8	15,8	1,8	1,8	15,8	15,8	1,6	1,4
4	„ „	15.5	15,1	1,8	1,8	15,7	15,5	1,4	1,4
5	„ „	15,3	15,4	1,8	1,8	15,5	15,4	1,4	1,6
6	„ „	15,4	15,3	1,8	1,8	15,6	15,6	1,2	1,4
7	„ „	15,3	15,6	1,8	1,8	15,7	15,6	1,4	1,3
8	„ „	15,7	15,4	1,8	1,8	15,2	15,4	1,2	1,2
	Mittel	15,7	15,5	1,8	1,8	15,9	15,6	1,4	1,4
9	50 kg	33,7	32,3	6,2	5,2	32,6	31,4	4,6	4,4
10	„ „	32.6	32,1	5,2	4,8	31,3	31,0	4,4	4,2
11	„ „	32,0	32,0	4,8	4,8	31,0	30,7	4,3	4,0
12	„ „	32,0	31,8	5,0	4,8	30,6	30,7	4,4	4,1
13	„ „	31,8	31,7	5.0	5,0	30,6	30.5	4,2	4,0
14	„ „	31,8	31,8	5,0	5,0	30,4	30,5	4,4	4,0
15	„ „	31,8	31,6	5,0	4,8	30,5	30,5	4,4	4,2
16	„ „	31,8	31,4	5,0	5,0	30,4	30,3	4,4	4,0
	Mittel	32,2	31,8	5.2	5,0	30,9	30,7	4,4	4,0
17	70 kg	47,7	44,2	9,4	7,6	43,5	42,2	8,6	7,0
18	„ „	45,1	44,0	8,4	7,6	42,7	41,5	8,4	7,0
19	„ „	44,6	44,0	8,4	7,6	42,2	41,9	8,3	7,4
20	„ „	44,3	43,9	8,0	7,6	42,2	41,6	8,6	7,4
21	„ „	44,2	43,9	8,2	8,0	41,8	41,4	8,2	6,8
22	„ „	44,2	43,7	8,1	7,8	41,2	41,4	8,2	7,4
23	„ „	43,9	43,8	8,4	8,0	41,7	41,6	8,1	7,2
24	„ „	43,6	43,4	7,8	7,8	41,0	41,4	8,0	7,6
	Mittel	44,7	43,9	8,4	7,8	42,0	41,6	8,2	7,2
25	105 kg	68,7	67,4	12,6	11,6	62,4	61.2	12,8	12,8
26	„ „	68,2	66,7	11,8	11,5	61,0	60,2	13,0	12 8
27	„ „	66,7	66,6	12,1	11,8	61,0	60,6	13,2	13,2
28	„ „	67,0	66,7	11,6	11,5	60,8	61,0	13,5	12,6
29	„ „	67,2	66,1	11,4	11,4	60,4	60,9	12,8	12,2
30	„ „	65,8	65,4	11,4	11,4	60,7	60,7	12,8	12,8
31	„ „	65,6	65,5	11,5	11,4	60,3	59.9	12,4	12,4
32	„ „	65.6	65,3	11,6	11,4	59,5	59,8	13,1	13,0
	Mittel	66,8	66,1	11,8	11,4	60,8	60,5	13,0	12.8
33	125 kg	90,6	79,4	17,0	14,4	83,7	68,9	18.0	16,4
34	„ „	81,2	79,0	15.2	14,6	71,3	69,4	17,2	15,2
35	„ „	81,0	78.2	15,3	14,4	69,4	68,4	17,1	15,2
36	„ „	80,5	79,0	15,0	14,4	70,6	69,8	17,2	15.6
37	„ „	80,1	78,6	15,4	14,6	70,6	70,6	17,0	15,6
38	„ „	78,7	77,2	14,8	14,5	70,3	69,6	17,2	16,6
39	„ „	78,0	77,0	14,8	14,2	70,0	69,7	16,8	15,6
40	„ „	78,3	76.9	14,8	14,2	70,1	69,4	15,6	15,4
	Mittel	81,0	78,2	15,2	14,4	72,0	69,5	17,0	15,8

Abb. 25.





2. Versuchsreihe
an der Platte $C_2 = 33{,}3$; $c_2 = -0{,}00030$,
am Untergrunde $C^{2\prime} = 128$; $c_2' = 0{,}00022$.
Aus beiden Versuchsreihen ergeben sich die Mittelwerte:
an der Platte $C = 32{,}8$; $c = -0{,}00013$,

Gl. 41) daher $y = \frac{p}{32{,}8} + 0{,}00013$,

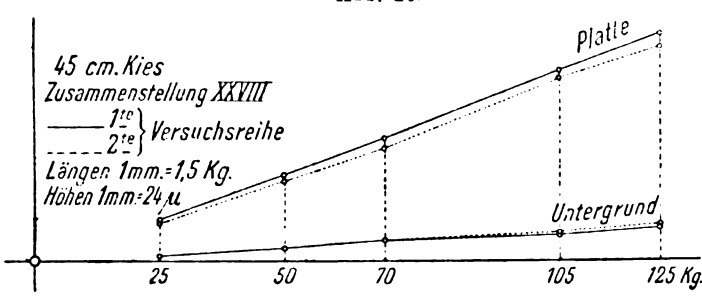
am Untergrunde $C' = 134$; $c' = 0{,}00018$,

Gl. 42) daher $y' = \frac{p}{134} - 0{,}00018$.

45 cm hohe Kiesbettung.

Zusammenstellung XXVIII enthält die Beobachtungsergebnisse der beiden mit 45 cm Kies ausgeführten Versuchsreihen.

Abb. 26.



Textabb. 26 zeigt ihre Auftragung. Für die Geradengleichungen erhält man diesmal für die

1. Versuchsreihe
an der Platte $C_1 = 31{,}4$; $c_1 = 0{,}00020$,
am Untergrunde $C_1' = 228$; $c_1' = 0{,}00004$;
2. Versuchsreihe
an der Platte $C_2 = 32{,}8$; $c_2 = 0{,}00028$,
am Untergrunde $C_2' = 190$; $c_2' = 0{,}00010$.
Daraus ergeben sich die Mittelwerte:
an der Platte $C = 32{,}2$; $c = 0{,}00024$,

Gl. 43) daher $y = \frac{p}{32{,}2} - 0{,}00024$,

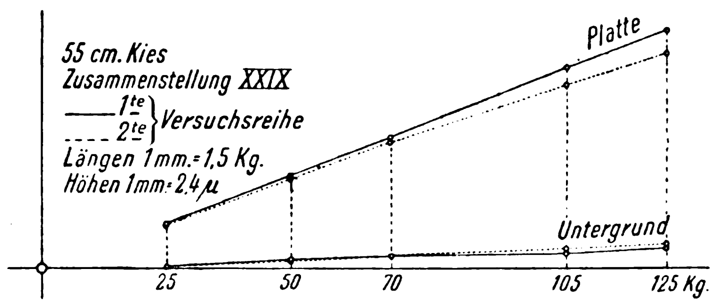
am Untergrunde $C' = 201$; $c' = 0{,}00007$,

Gl. 44) daher $y' = \frac{p}{201} - 0{,}00007$.

55 cm hohe Kiesbettung.

Die mit 55 cm Kies gemachten Beobachtungen sind in Zusammenstellung XXIX aufgeführt und haben die Schaulinien

Abb. 27.



der Textabb. 27 ergeben. Die Werte in den Gleichungen der Geraden sind für die:

Zusammenstellung XXVIII.

Nr.	Belastung	1. Versuchsreihe				2. Versuchsreihe			
		Platte		Untergrund		Platte		Untergrund	
		Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung
1	25 kg	13,6	13.3	2,0	1,2	12,3	11,9	1,6	1,2
2	„ „	13.2	13.5	1,2	1,2	11,6	11,6	1,0	1,4
3	„ „	13,4	13,5	1,2	1.4	11,4	11,8	1,4	1,4
4	„ „	13,3	13,0	1,2	1,4	11,3	11,3	1,4	1,6
5	„ „	12,9	12.9	1,2	1,2	11,8	11,5	1,4	1,4
6	„ „	13,0	13,3	1,2	1.2	11,3	11,9	1,4	1,4
7	„ „	13,3	13,1	1.2	1.2	11,9	12,4	1.4	1,4
8	„ „	13,0	12.6	1,2	1,2	11,8	12,1	1.2	1,4
	Mittel	13.2	13,2	1.2	1,2	11,7	11,8	1,4	1,4
9	50 kg	29,0	27,6	3,4	3,4	25,7	25,4	4,0	3,8
10	„ „	27,4	27,2	3.4	3,4	24.9	25,5	3,6	3,8
11	„ „	27,3	27,2	3,2	3,4	25,4	25,2	3,4	3,6
12	„ „	27,3	27,1	3.4	3,6	24,8	24.4	3.6	3,6
13	„ „	27,0	26,9	3,4	3,4	24,2	24,5	3,6	3,6
14	„ „	26,7	26.6	3,4	3,5	24,2	25,0	3.6	3,6
15	„ „	26,7	26,7	3.4	3,5	24,6	24,9	3,6	3,6
16	„ „	26,6	26,6	3,5	3,4	24,6	25.0	3,6	3,6
	Mittel	27,2	27,0	3,4	3,4	24,8	25.0	3,6	3,6
17	70 kg	43.3	38,6	7,0	5.2	37,4	35,9	5,2	5,6
18	„ „	39.2	38,6	6,0	5,4	36.0	35,8	5,8	5,6
19	„ „	39,0	39,0	6,0	5,6	35,7	35.6	5.4	5,4
20	„ „	39,6	38.6	5,8	5,6	35,5	35,4	5.6	5,4
21	„ „	38,2	38,5	6,0	5,4	35,6	35,7	5.6	5,6
22	„ „	38.6	37,9	5,6	5,4	35.4	35.0	6,0	5,8
23	„ „	38,1	38.4	5,4	5,4	34,8	35,0	5.8	5,8
24	„ „	38,3	38,4	5.6	5.4	34,6	34,8	6.0	6,0
	Mittel	39,3	38.5	6.0	5,4	35,6	35.4	5.6	5,6
25	105 kg	64,2	60,2	7,8	7,8	62.6	58,5	9.0	8,8
26	„ „	61,4	60.2	7.4	7,6	58.2	57,8	8,8	9,0
27	„ „	60.9	59,8	7,0	7,4	58,6	58,0	9,2	9,2
28	„ „	60,5	59.9	7,2	7,3	57,8	57,8	8,4	8,8
29	„ „	59,9	60,4	7.4	7,6	58,0	58.0	8.8	9,0
30	„ „	61,0	59,4	7.2	7,6	58,0	57,6	8.4	8,6
31	„ „	60.0	59,4	7,3	7,6	57,5	57,4	8.6	8,6
32	„ „	59,9	59,3	7,2	7,4	57,3	57.4	8,4	8,4
	Mittel	61,0	59.8	7.4	7,6	58,5	57,8	8,8	8,8
33	125 kg	84.6	70,6	11,6	9,8	77,1	64,9	12,4	10,8
34	„ „	74.2	71,0	10.0	9,6	67,9	65,8	11,6	11,2
35	„ „	73,4	70.6	10,1	9,8	67.8	66,0	11,6	11,2
36	„ „	72,2	69,8	10,0	9,8	67,5	65,8	11.6	11,0
37	„ „	71,6	69,8	9,8	9,7	67,1	66,0	11,4	11,0
38	„ „	71,2	69,3	10,0	10,0	66.8	66,6	11,0	10,8
39	„ „	70.5	69,0	9,9	9,8	67,6	65.8	11,2	11,2
40	„ „	71.0	69,3	9,6	9,8	67,8	66.2	11.2	10,8
	Mittel	73,6	69,9	10,2	9,8	68,7	65,9	11.4	11,0

1. Versuchsreihe
an der Platte $C_1 = 29{,}8$; $c_1 = 0{,}00017$,
am Untergrunde $C_1' = 385$; $c_1' = 0{,}0$;
2. Versuchsreihe
an der Platte $C_2 = 32{,}9$; $c_2 = 0{,}00012$,
am Untergrunde $C_2' = 254$; $c_2' = 0{,}00015$.

Aus den beiden Versuchsreihen erhält man die Mittelwerte:

Zusammenstellung XXIX.

Nr.	Belastung	1. Versuchsreihe				2. Versuchsreihe			
		Platte		Untergrund		Platte		Untergrund	
		Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung	Senkung	Hebung
1	25 kg	14,9	13,7	0,6	0,8	14,0	13,2	0,6	0,4
2	„ „	13.7	14,2	0,7	1,0	12,7	12,6	0,4	0,4
3	„ „	14.5	14.2	0,8	1.0	12.3	12.9	0,4	0,4
4	„ „	14.2	14,0	0,6	1,0	12,7	12,5	0.4	0,4
5	„ „	13,6	14,0	0,6	0,6	12,8	13,1	0.6	0,4
6	„ „	13,9	13,8	0.6	0,8	13,2	12,9	0,4	0,4
7	„ „	13,9	13,4	0,6	0,6	12,7	13,0	0,4	0.4
8	„ „	13.5	13,8	0.6	0.8	12,9	13,5	0.4	0,4
	Mittel	14,0	13,9	0,6	0,8	12,9	13.0	0,4	0,4
9	50 kg	30.7	29.8	2,8	2,8	29,7	28,3	2.2	2,0
10	„ „	29,4	29,4	2,2	2,6	28,4	28,5	2,2	2.0
11	„ „	29,4	29.4	2,6	2,4	28,3	28,7	2,0	2.0
12	„ „	29.4	29.3	2,2	2 6	29,0	28,7	1.8	1,8
13	„ „	29,4	29 4	2,6	2,6	27.9	27,8	2,2	2,0
14	„ „	29,1	29,0	2,4	2,8	27,8	27,7	1,6	2,0
15	„ „	29.0	28,9	2.2	2,4	27,8	27,6	2,0	1,8
16	„ „	28.8	28.9	2,2	2.2	27,7	27,6	1.7	1,8
	Mittel	29,4	29.3	2.4	2,6	28.0	28,1	2,0	2,0
17	70 kg	43,8	41,8	4,2	3.6	40.7	39,9	5,2	3,4
18	„ „	42 3	42,0	4,4	3.8	40,1	39,7	3,8	3,2
19	„ „	42,0	41,5	4,4	3.6	39,8	39,6	3.7	3,2
20	„ „	41,5	41,4	4,0	3,6	40.0	39.6	4,0	3,0
21	„ „	41,5	41,4	3,8	3,6	39.5	40,2	3,8	3.2
22	„ „	41.3	41,1	3,8	3,6	40.3	39,9	3,6	3,4
23	„ „	41.2	40.9	3,6	3,8	39,7	38,9	3,6	3,4
24	„ „	40.9	40,7	3,6	3,6	39.4	39.8	3,6	3.2
	Mittel	41,8	41,4	4,0	3,6	39,9	39,7	3,8	3,2
25	105 kg	69.0	64,6	5.0	5.0	60,3	58,1	6,8	5,6
26	„ „	65,0	64,2	3.6	4.4	58,7	58,2	6.2	6.0
27	„ „	64.5	63,8	4.4	4.6	59,3	58,6	6,6	6.0
28	„ „	64,0	63.4	4.4	4.4	59.1	58,9	6,2	6,0
29	„ „	64.0	63,3	5,2	4.0	57,8	57,4	6,0	6,0
30	„ „	63.6	63.2	3,6	4.4	58,0	57.7	6,2	6,0
31	„ „	64.0	63.0	4,4	4.6	58,0	57,4	6.2	6.2
32	„ „	61.9	61,8	4.4	4.8	57,8	57.4	6,2	6.2
	Mittel	64,5	63,4	4.4	4,6	58.6	58,0	6,4	6.0
33	125 kg	85,0	74,1	6,8	5,8	73,6	66,2	9.1	6,9
34	„ „	80,0	74,9	6,2	6.0	68,5	66,1	9.0	6,8
35	„ „	75,9	74,6	6,6	6,6	67,6	66,5	8,3	7,0
36	„ „	76,3	74.2	6.0	6,0	67,5	66,4	8,5	7,0
37	„ „	75,1	73,9	6,2	6,2	68.0	67,0	8,3	7,4
38	„ „	75,1	73.4	5,2	6,0	67,6	66,8	8,6	7,4
39	„ „	74,0	73,2	5.6	6,0	67,8	67,0	8.3	7,4
40	„ „	74,5	73,0	5,8	6,0	67,2	66.4	8,2	7,6
	Mittel	77,0	73,9	6,0	6,0	68,5	66,6	8,5	7,2

an der Platte $C = 31{,}1;\quad c = 0{,}00015,$

Gl. 45) daher $$y = \frac{p}{31{,}1} - 0{,}00015,$$

am Untergrunde $C' = 326;\quad c' = 0{,}00007,$

Gl. 46) daher $$y' = \frac{p}{326} - 0{,}00007.$$

Man kann die für verschiedene Lasten und Kieshöhen beobachteten Formänderungen nach den Zusammenstellungen XXV bis XXIX noch zu einer andern Darstellung verwenden, so dafs sie als Abhängige von den verschiedenen Kieshöhen erscheinen.

Dies ist in Textabb. 28 für die an der Platte, in Textabb. 29 für die am Untergrunde beobachteten Formänderungen geschehen. Hier sind die Kieshöhen als Längen, die Mittelwerte aus Senkung und Hebung als Höhen aufgetragen. Durch Verbindung der Punkte, die den Formänderungen ein und derselben Last bei verschiedener Kieshöhe entsprechen, erhielt man die aus geraden Stücken zusammengesetzten Schaulinien der Textabb. 28 und 29, welche zeigen, wie die Formänderungen an der Platte und am Untergrunde mit zunehmender Höhe der Kiesbettung abnehmen.

In Textabb. 28 wurde versucht, die gebrochenen Schaulinien durch stetige zu ersetzen, die dem Verlaufe der gebrochenen Linien zwar möglichst angepafst, sonst aber ziemlich willkürlich eingezeichnet wurden, so dafs es sich nicht empfiehlt, Schlüsse aus ihrer Form zu ziehen. Diese in der Abbildung fein ausgezogenen Linien sind Ellipsenbogen des gemeinsamen Mittelpunktes in $x = 48$ cm, $y = 132\,\mu$, während die Hauptachsen der Ellipsen die Richtung der Kreuzachsen haben. Wegen dieser Lage der Bogen erreichen die Höhen alle bei der Länge des Mittelpunktes $x = 48$ cm ihren Kleinstwert. Für jede bestimmte Belastung tritt also die kleinste Formänderung an der Platte bei einer Bettungstärke von 48 cm auf.

Das Ergebnis kann nicht überraschen. Sobald das Kiesbett eine solche Stärke hat, dafs die durch die Lasten bewirkten Formänderungen ganz oder zum gröfsten Teile innerhalb des Kieses erfolgen, kann bei innerlich gleichartigem Stoffe eine weitere Erhöhung des Kieses die an der Platte erfolgenden Formänderungen nicht mehr beeinflussen. Bemerkenswert ist nur, dafs für die Bedingungen, unter denen der Versuch stattfand, dieser Umstand schon bei 48 cm Kieshöhe eingetreten ist, während die Formänderungen am Untergrunde auch bei weiterer Erhöhung des Kiesbettes eine fortgesetzte Verminderung bis auf Null erfahren.

Zu den vorstehenden Versuchen ist noch folgendes zu bemerken. Bevor mit den Beobachtungen begonnen ward, wurden für eine Belastung von 125 kg die Senkungen des Untergrundes gemessen. Dabei zeigte sich, dafs die anfänglichen Formänderungen am Untergrunde immer gröfser waren, als die, welche am Schlusse der beiden Versuchsreihen beobachtet wurden. Eine länger ruhende Belastung zeigte diesen Einflufs nicht, so dafs die Verminderung der am Untergrunde erfolgten Formänderungen als eine Folge des Lastwechsels aufgefafst werden mufs.

Sobald die beiden Beobachtungsreihen an einer Kieslage beendet waren, wurde die Druckplatte noch mehr gegen das Rohr zu verschoben, so dafs die Stelle, wo die Einsenkungen des Untergrundes gemessen wurden, anstatt 16,5 cm, nur mehr 14 cm von der Lastmitte entfernt war. Dann wurde wieder mit 125 kg belastet. Es zeigte sich, dafs der Unterschied zwischen den in 16,5 cm und den in 14 cm Abstand von Lastmittel gemessenen Senkungen des Untergrundes um so geringer wurde, je höher die Kiesbettung war.

Abb. 28.

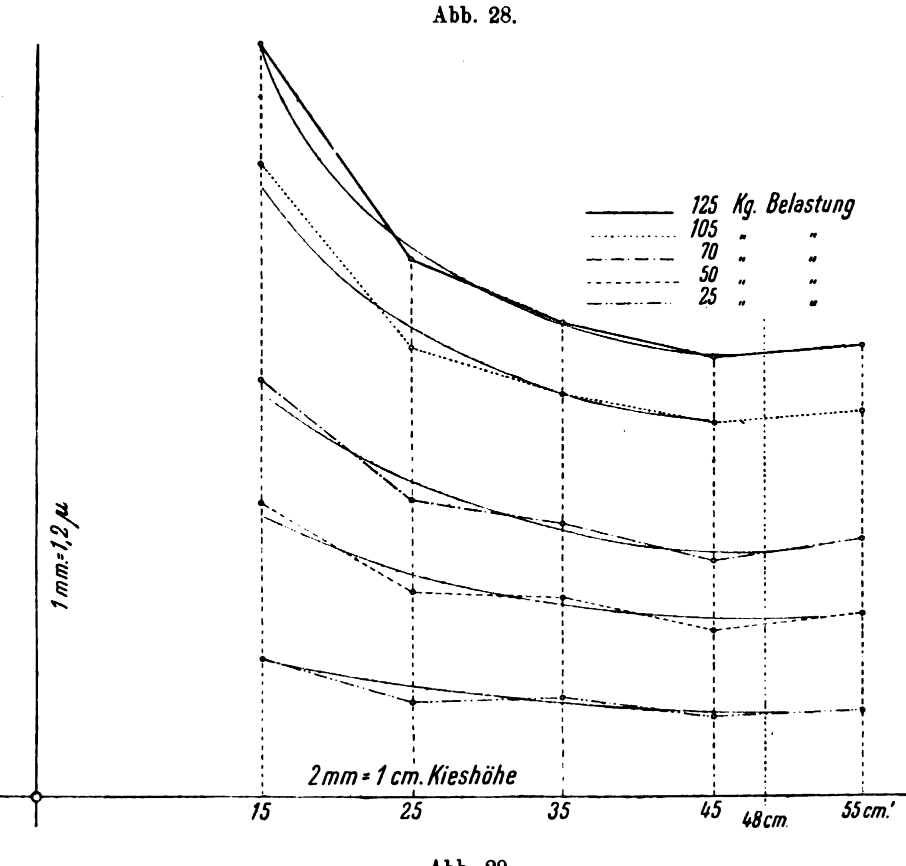


Abb. 29.

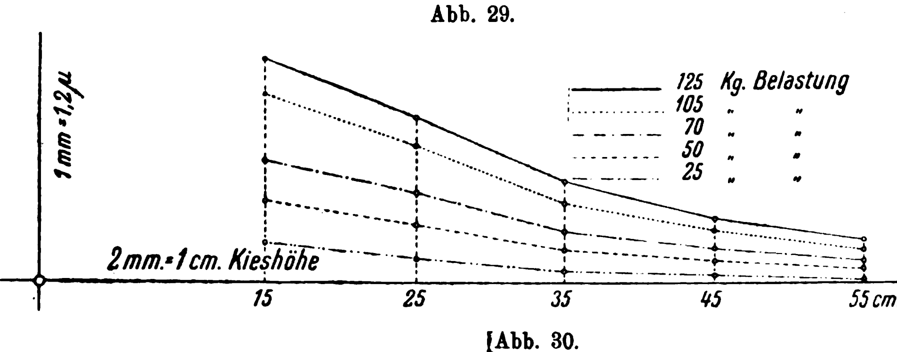
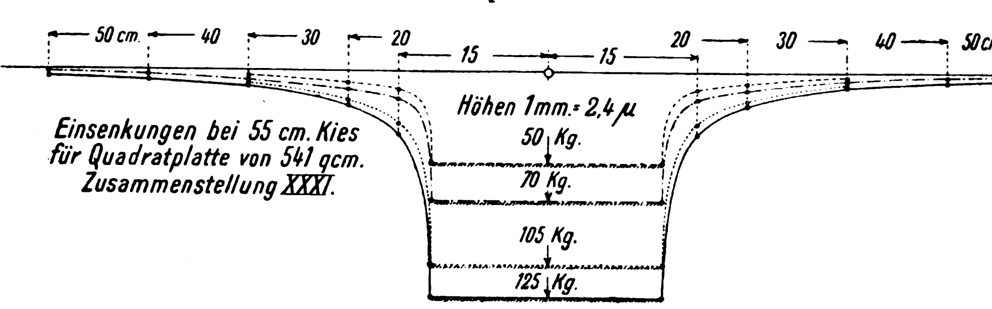


Abb. 30.



Die Zusammenstellung XXX enthält für eine Belastung von 125 kg die mittleren Senkungen und Hebungen, die vor Beginn der Versuchsreihen festgestellt wurden, daneben die Mittelwerte, die den Zusammenstellungen XXV bis XXIX entnommen sind, beide für 16,5 cm Abstand von der Lastmitte. In den letzten zwei Spalten stehen die Mittel aus den Beobachtungen, die zuletzt in 14 cm Abstand von Lastmitte gemacht wurden.

Um ein Bild von den Formänderungen zu gewinnen, die in der Umgebung der belasteten Platte an der Kiesoberfläche entstehen, wurde dieselbe Vorrichtung wieder verwendet, die zur Ermittelung der Einsenkungslinien am Erdboden gedient hatte, jedoch mit einer kleinen Abänderung. Das T-Eisen, an dem die zu den Spiegeln führenden Holzstäbe befestigt waren (Textabb. 15), konnte nämlich auf den beiden Hartholzklötzchen nicht mehr sicher gelagert werden, da die letzteren zu klein waren, auf den runden Kieseln keine sichere Auflage fanden und daher kanteten, sobald das T-Eisen aufgelegt wurde. Letzteres wurde daher nur mit einem Schieber auf ein Klötzchen aufgesetzt, während es mit dem zweiten auf einem festen Auflager ruhte. Auf diese Weise bekam man allerdings die Einsenkungslinie nur auf einer Seite der Druckplatte, während sie früher zur Vermeidung von Fehlern aus einseitiger Überlastung zu beiden Seiten aufgenommen wurden.

Die so gewonnenen Ablesungen sind in Zusammenstellung XXXI enthalten. Die Mittelwerte hieraus wurden zur Herstellung des stark verzerrten Schaubildes in Textabb. 30 benutzt. Man sieht schon an diesem Schaubild, daſs sich die Einsenkungslinien nicht von den für den Erdboden gefundenen unterscheiden. Untersucht man sie näher, so findet man, daſs sie ebenfalls dem durch Gl. 24) ausgedrückten Gesetze folgen, und zwar ist

$$K = 10,$$

das Gesetz der Abnahme der Formänderungen mit der Entfernung von Lastmitte also:

Gl. 47). $$\frac{y}{y_1} = \frac{(10 + x_1)^3}{(10 + x)^3}.$$

Auſserdem genügen die in Textabb. 30 wiedergegebenen Einsenkungslinien auch der allgemeinern Gl. 26), und zwar ist

$$K = 4300.$$

Aus Gl. 45) folgt auſserdem

$$C = 31,1; \quad c = 0,000\,15,$$

Zusammenstellung XXX.

Kieshöhe cm	In 16,5 cm Abstand: vor den Versuchsreihen: Senkung	Hebung	XXV bis XXIX: Senkung	Hebung	In 14 cm Abstand: nach den Versuchsreihen: Senkung	Hebung
15	31,4	30,1	31,2	30,0	39,2	39,2
25	27,2	26,6	26,4	25,9	28,4	27,7
35	17,7	16,8	16,1	15,1	16,2	16,2
45	11,8	11,5	10,8	10,4	11,3	11,3
55	8,3	8,0	7,3	6,6	7,3	6,9

Zusammenstellung XXXI.

Nr.	Belastung	Abstand von Lastmitte in cm:				
		15	20	30	40	50
1	125 kg	20,1	11,7	5,1	4,0	2,4
2	„ „	20,3	10,8	5,1	4,0	2,3
3	„ „	20,0	11,4	5,2	4,3	2,5
4	„ „	19,6	11,1	4,8	3,8	2,3
5	„ „	19,6	10,5	5,0	3,5	2,6
6	„ „	19,9	11,1	5,1	3,9	2,3
	Mittel . .	19,9	11,1	5,0	3,9	2,4
	Berechnet nach Gl. 47)	19,8	11,4	4,9	2,5	1,5
	Berechnet nach Gl. 48)	19,8	11,5	4,8	2,5	1,4
7	105 kg	16,5	9,7	4,1	3,4	1,6
8	„ „	16,6	9,3	4,4	3,1	1,5
9	„ „	16,5	9,1	4,0	2,7	1,3
10	„ „	16,6	9,3	4,4	2,7	1,7
11	„ „	16,4	9,3	4,1	2,8	1,6
12	„ „	16,9	9,4	4,4	3,1	1,5
	Mittel . .	16,6	9,4	4,2	3,0	1,5
	Berechnet nach Gl. 47)	16,6	9,6	4,1	2,1	1,2
	Berechnet nach Gl. 48)	16,6	9,6	4,1	2,1	1,2
13	70 kg	8,7	6,1	3,2	1,4	0,8
14	„ „	8,1	6,2	3,0	1,3	0,5
15	„ „	7,9	6,0	2,9	1,2	0,4
16	„ „	7,9	6,2	2,9	1,1	0,4
17	„ „	8,0	5,9	2,8	1,1	0,4
18	„ „	8,0	5,9	2,8	1,1	0,4
	Mittel . .	8,1	6,0	2,9	1,2	0,5
	Berechnet nach Gl. 47)	8,1	4,7	2,0	1,0	0,5
	Berechnet nach Gl. 48)	11,1	6,4	2,7	1,3	0,8
19	50 kg	5,4	4,2	1,8	1,1	—
20	„ „	5,2	4,2	1,5	1,0	—
21	„ „	5,3	4,1	1,8	0,9	—
22	„ „	5,1	4,1	1,8	0,8	—
23	„ „	5,2	4,0	1,5	0,9	—
24	„ „	5,0	4,2	1,5	0,6	—
	Mittel . .	5,2	4,1	1,6	0,9	—
	Berechnet nach Gl. 47)	5,2	3,1	1,3	0,8	—
	Berechnet nach Gl. 48)	7,7	4,4	1,9	1,0	—

so dafs die Gleichung der lotrechten Formänderungen in der Umgebung der Druckplatte für die Kiesoberfläche endgültig lautet

Gl. 48) $$y = \frac{4300}{(10 + x)^3} \left(\frac{p}{31,1} - 0,000\,15 \right).$$

Nach den Gl. 47) und 48) wurden die Höhen für die Stellen, wo die Einsenkungen gemessen sind, gerechnet und zum Vergleiche in Zusammenstellung XXXI eingeschrieben. Die Übereinstimmung der beobachteten und der gerechneten Werte kann als noch befriedigend bezeichnet werden, zumal mit Rücksicht darauf, dafs trotz aller Vorsicht einseitige Überlastungen bei dem Versuche nicht ausgeschlossen waren und die Klötzchen auf den Kieseln keine gute Auflage hatten. Überhaupt erwies sich der Kies wegen seines gröbern und ungleichmässigern Kornes für diese Versuche nicht so günstig, wie der dichte, durchaus gleichartige Ackerboden.

Die vorausgegangenen Beobachtungen, die in Zusammenstellung XXV bis XXVI verzeichnet sind, wurden bei einer Dauer der Belastung und Entlastung von je einer halben Minute gemacht und konnten daher über die elastische Nachwirkung, die bei der Untersuchung des Ackerbodens ausführlich behandelt ist, keinen Aufschlufs geben. Aus dem Grunde wurden zum Schlusse noch Beobachtungen von längerer Dauer gemacht und dabei gleichzeitig die Belastung bis auf 226,3 kg gesteigert, was einem Flächendrucke von 0,42 kg/qcm für die grofse und von 1,65 kg/qcm für die kleine Platte entspricht. In Zusammenstellung XXXII sind die Ergebnisse dieser Beobachtungen aufgeführt. Die Dauer jeder Belastung und Entlastung war 2 Minuten, wobei wieder nach 30, 75 und 120 Sekunden abgelesen wurde. Man sieht aus den Zahlen, dafs sich die Erscheinungen dieses Versuches nicht grundsätzlich von den bei Belastung des Erdbodens beobachteten unterscheiden. Wie früher, ist auch hier die Formänderung unter der ersten Belastung die gröfste, und auch hier folgt der Belastung und Entlastung eine länger andauernde Senkung und Hebung. Dagegen bleiben die Hebungen hier mehr, als früher hinter den Senkungen zurück, so dafs die bleibenden Formänderungen eine beträchtliche Gröfse erreichen. Es ist dies einmal auf den viel höhern Flächendruck und darauf zurückzuführen, dafs die Kiesbettung nicht natürlich gelagert, sondern frisch angeschüttet und nur leicht überstampft war. Bei festgelagertem oder künstlich gedichtetem Kiese, wie bei unterstopften Schwellen, wird die bleibende Verdrückung auch bei demselben Flächendruck nicht die hier beobachtete Gröfse erreichen.

Hierauf wurde das ganze Kiesbett vorsichtig und langsam mit 120 l oder 5,5 Raumteilen Wasser auf 100 Raumteile Kies übergossen. Dann wurde die Platte von 541,8 qcm wiederholt mit 226,3 kg belastet und die Formänderungen am Untergrunde und an der Platte beobachtet. Aus den in Zusammenstellung XXXII niedergeschriebenen Beobachtungsergebnissen sieht man, dafs die Formänderungen an der Platte und am Untergrunde bedeutend gröfser geworden sind, und zwar sind die elastischen Formänderungen etwa zweimal, die bleibenden an der Platte fünfmal so grofs, wie zuvor.

Damit steht freilich die früher beobachtete und auf S. 275 erwähnte Tatsache in Widerspruch, wonach die elastischen Senkungen nach Regengüssen kleiner gefunden wurden. Jedoch läfst sich dieser Widerspruch durch die verschiedenartige Beschaffenheit der untersuchten Kiesarten erklären. Während dort der Kies im Laufe der Jahre festgelagert war und viele feine, erdige und tonhaltige Bestandteile enthielt, die durch Wasseraufnahme sicher eine erhöhte Klebrigkeit erlangten, war der hier untersuchte Kies von erdigen Bestandteilen ganz frei, so dafs die Wasseraufnahme die Klebrigkeit oder den Zusammenhalt nicht vermehrte, eher noch die innere Reibung verminderte. Aufserdem waren wie beim Wegnehmen des Kieses gefunden wurde, sehr viele von den feineren Bestandteilen des Kieses durch das aufgegossene Wasser nach unten geschwemmt, obwohl beim Begiefsen mit grofser Vorsicht verfahren und der Kies mit Tüchern bedeckt war, die das Wasser nur ganz langsam durchsickern liefsen.

Nach Verlauf von 2 und 12 Stunden wurden mit derselben Belastung neue Beobachtungen gemacht, deren Ergebnisse wieder in Zusammenstellung XXXII eingetragen sind.

Zusammenstellung XXXII.

Nr.	Flächendruck kg/qcm	Platte: Senkung nach 30″	Platte: weitere Senkung nach 75″	Platte: weitere Senkung nach 120″	Platte: Hebung nach	Platte: weitere Hebung nach 75″	Platte: weitere Hebung nach 120″	Untergrund 21,5 cm von Lastmitte: Senkung	Untergrund 21,5 cm von Lastmitte: Hebung	Untergrund 14,5 cm von Lastmitte: Senkung	Untergrund 14,5 cm von Lastmitte: Hebung
1	$\frac{226,3}{541,8} = 0,42$	186,2	2,1	1,5	158,6	0,2	—	17,8	16,5	17,8	16,3
2		175,0	1,5	0,8	148,6	0,2	0,4	17,0	16,6	16,6	16,3
3		159,0	1,0	0,5	147,0	0,8	0,4	16,6	16,5	17,1	16,6
4		155,8	0,9	0,4	147,4	0,4	0,3	16,4	16,3	17,0	16,6
5		153,5	1,4	0,9	143,8	0,8	0,5	16,3	16,2	16,8	16,5
6		149,7	1,3	0,5	145,0	0,4	0,3	16,3	16,2	—	—
	Mittel . .	165,2	1,4	0,8	148,4	0,6	0,4	16,7	16,4	17,1	16,5
7	$\frac{226,3}{137,5} = 1,65$	265,0	2,6	1,4	225,6	1,5	0,6	17,0	14,7		
8		251,0	1,7	1,3	221,6	1,2	0,6	15,8	15,5	Kleinere Druckplatte	
9		243,5	1,5	0,9	219,0	1,0	0,4	15,7	15,7		
10		240,2	1,7	1,0	218,6	1,0	0,6	15,8	16,0		
11		240,7	1,3	0,7	218,6	1,0	0,4	15,8	15,7		
12		240,2	1,4	0,7	219,6	1,2	0,6	16,6	16,2		
	Mittel . .	246,6	1,7	1,0	220,5	1,2	0,5	16,0	15,6		
13	$\frac{226,3}{541,8} = 0,42$	398,2	9,0	5,0	308,4	2,6	1,8	30,3	29,5		
14		393,7	6,9	4,6	311,0	3,3	1,8	29,9	29,9	Kies mit 120 l Wasser übergossen	
15		385,5	6,7	3,9	305,5	4,1	2,2	29,9	30,1		
16		380,3	5,8	3,6	307,8	2,7	2,6	30,1	30,1		
17		373,0	5,4	3,3	301,0	2,9	1,6	30,3	30,4		
	Mittel . .	386,1	6,7	4,1	306,7	3,1	2,0	30,1	30,0		
18	$\frac{226,3}{541,8} = 0,42$	384,3	4,9	3,2	290,6	2,6	1,4	32,2	30,4		
19		324,6	4,4	2,3	287,7	2,5	1,5	31,5	30,3		
20		331,4	3,8	2,5	291,4	3,0	1,0	30,9	30,1	2 Stunden später	
21		318,5	3,9	2,1	290,4	2,7	1,3	31,9	31,2		
22		—	—	—	—	—	—	31,7	30,7		
	Mittel . .	339,7	4,2	2,5	290,0	2,7	1,5	31,7	30,5		
23	$\frac{226,3}{541,8} = 0,42$	329,3	5,0	3,1	277,3	2,1	1,0	32,5	30,9		
24		307,7	3,0	2,2	280,5	2,0	1,0	31,7	30,6		
25		311,0	2,7	2,2	279,6	1,5	1,0	31,1	30,6	12 Stunden später	
26		302,1	2,7	2,0	278,4	2,1	1,0	30,8	32,0		
27		300,8	2,5	2,6	278,2	2,5	1,0	30,9	30,6		
	Mittel . .	310,2	3,2	2,4	278,8	2,0	1,0	31,4	30,9		

Man sieht, dafs sich in dieser Zeit die ungünstige Wirkung des Begiefsens zum Teil wieder verloren hatte und die elastischen und bleibenden Verdrückungen an der Platte wieder kleiner geworden sind. Die Senkungen am Untergrunde hatten sich dagegen nur wenig geändert, waren eher gröfser geworden.

IX. Die Verteilung des Druckes unter der belasteten Platte.

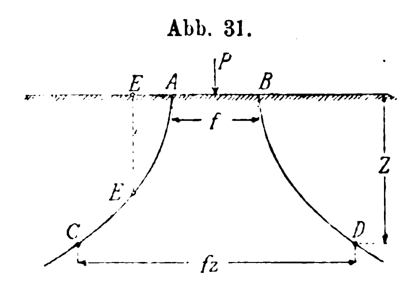
Im Abschnitte VI S. 285 ist gezeigt, welchen Einflufs Form und Gröfse der Druckplatten auf die elastischen Formänderungen des Erdbodens haben.

Schon im Jahre 1888 hat Engesser*) darauf hingewiesen, dafs die Senkung eines belasteten Punktes am Erdboden nicht nur von seiner eigenen Belastung, sondern auch von der der übrigen Punkte abhängt. Man wird daher mit Gröfse und Form der belasteten Fläche verschiedene Senkungen erhalten, und zwar wird die Senkung eines Punktes bei demselben Flächendrucke um so gröfser sein, je gröfser die belastete Fläche ist.

*) Organ 1888, S. 99.

Wird bei einem gleichartigen Erdkörper von unbeschränkter Ausdehnung und ebener Oberfläche und bei ausschliefslich elastischer Verdrückung des Erdkörpers nach Textabb. 31 ein Flächenstück f durch eine Last P belastet, so

Abb. 31.

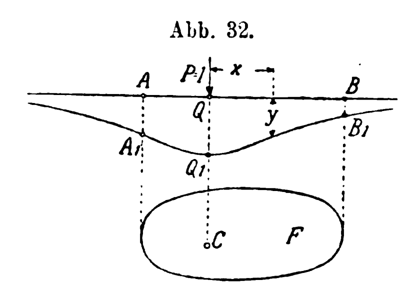


wird sich der Druck durch Reibung und Zusammenhalt des Bodens mit wachsender Tiefe z auf immer gröfsere Flächen fz verteilen. Die Linien AC und BD mögen die Begrenzung des durch die Belastung auf Druck beanspruchten Körpers darstellen, wobei sich die Last P im allgemeinen ungleichmäfsig über fz verteilen wird. Wegen der Zusammenpressung des Erdkörpers senkt sich die Oberfläche auch in der Um-

gebung der belasteten Fläche, und zwar ist die Senkung eines beliebigen, aufserhalb liegenden Punktes E gleich der Senkung des lotrecht darunter befindlichen Punktes E_1. Die genaue Gestalt der Begrenzungsfläche A B C D und der dazu gehörigen Senkungsfläche kann theoretisch kaum ermittelt werden. Bei kreisrunder Belastungsfläche ist die Senkungsfläche eine Umdrehungsfläche, die sich der ursprünglichen Fläche asymptotisch nähert.

In Textabb. 32 ist für eine unendlich kleine Belastungs-

Abb. 32.



fläche die mutmafsliche Gestalt der Querschnittslinie der Senkungsfläche dargestellt. Für eine Last P = 1 stellt die Senkungsfläche gleichzeitig die Einflufsfläche dar, die Strecke BB_1 gibt dann nicht nur die Senkung des Punktes B aus der in O befindlichen Last P = 1, sondern auch die Senkung des Punktes O aus der in B wirkenden Last 1 an. Mit Hülfe der Einflufsfläche kann nun in bekannter Weise die Senkung eines beliebigen Punktes C einer beliebig belasteten Fläche bestimmt werden. Sie ist

$$\eta = \int_0^F p \,.\, y \,.\, dF$$

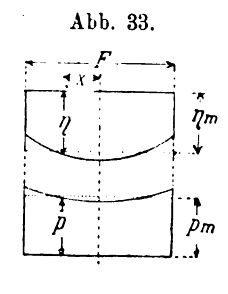
und für eine gleichmäfsig verteilte Last

Gl. 49) . . $\eta = p \,.\int_0^F y \,.\, dF = p \,.\, J,$

worin J den Rauminhalt des Körpers $A A_1 B B_1$ darstellt, dessen Grundfläche F ist. Der betrachtete Punkt liegt hierbei in der Achse der Einflufsfläche.

Gewöhnlich liegen aber die Verhältnisse so, dafs es sich nicht um eine gleichmäfsige Belastung der Fläche F handelt, sondern dafs durch eine unnachgiebige Druckplatte allen Punkten der belasteten Fläche eine gleichmäfsige Senkung vorgeschrieben wird. Dann müssen die einzelnen Punkte der Druckfläche ungleichen Druck erfahren, und zwar werden die am Umfange, insbesondere die Eckpunkte stärker gedrückt als die in der Mitte.

Abb. 33.



Bedeutet p_m den mittlern Druck, η die Senkung eines Punktes der Druckfläche, wenn diese gleichmäfsig mit p_m belastet ist, bedeutet ferner η_m einen mittlern Wert aller η, um den sich die belastete Druckplatte senkt, so ergibt sich (gemäfs Textabb. 33) für den in einem beliebigen Punkte herrschenden Druck p die Bedingungsgleichung

Gl. 50) . . . . $p = p_m \,.\, \frac{\eta_m}{\eta};$

je kleiner die Senkung η ist, welche ein Punkt durch den Druck p_m erfährt, um so gröfser ist der Druck, den der Punkt aufnimmt, wenn er sich mit den übrigen um das gleiche Mafs η_m senken mufs.

Da die Form der Einsenkungslinien aus den Untersuchungen des Abschnittes VII bekannt ist, kann nach der vorstehenden Betrachtung eine vergleichende Rechnung über die Druckverteilung unter verschieden grofsen belasteten Platten angestellt werden.

Nach Gl. 24) ist nämlich die Formänderung in der Umgebung einer belasteten Fläche allgemein gegeben durch

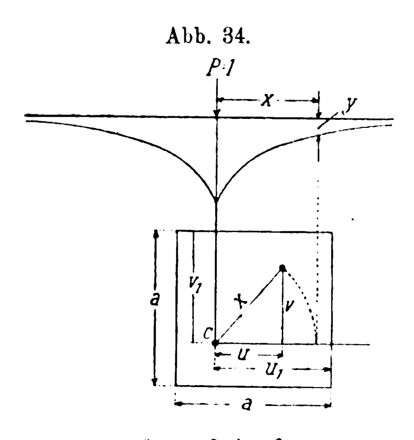
$$\frac{y}{y_1} = \frac{(K + x_1)^3}{(K + x)^3}.$$

Setzt man $y_1 \,.\, (K + x_1)^3 = K_1,$

so ist $y = \frac{K_1}{(K + x)^3}$.

Diese Gleichung legen wir auch den Formänderungen in der Umgebung einer unendlich kleinen Belastungsfläche zu Grunde, so dafs die Querschnittslinie der Senkungsfläche etwa die in Textabb. 34 dargestellte Form erhält. Darnach ist

Abb. 34.



$$x^2 = u^2 + v^2$$

und daher $y = \frac{K_1}{(K + \sqrt{u^2 + v^2})^3}.$

Dieser Wert gibt in Gl. 49) eingesetzt

$$\eta = p \,.\int_0^F \frac{K_1}{(K + \sqrt{u^2 + v^2})^3} \,.\, dF,$$

oder auch $\eta = p \,.\, K_1 \,.\int_{v_1 - a}^{v_1} dv \int_{u_1 - a}^{u_1} \frac{du}{(K + \sqrt{u^2 + v^2})^3}.$

Man erhält nun die mittlere Senkung η^m, wenn man die Summe der Senkungen η aller Punkte der Druckfläche F bildet und durch $F = a^2$ dividiert. So ergibt sich

$$\eta_m = \frac{p \,.\, K_1}{a^2} \,.\int_0^F dF \,.\int_{v_1 - a}^{v_1} dv \,.\int_{u_1 - a}^{u_1} \frac{du}{(K + \sqrt{u^2 + v^2})^3}.$$

Die Auswertung dieses Ausdrucks bereitet, da schon die erstmalige Integration zu einem sehr umständlichen Ausdrucke führt, Rechenschwierigkeiten, die auf folgendem Wege umgangen werden können. Der Inhalt des in Textabb. 35 gezeichneten Umdrehungskörpers A A' B' B C ist nämlich

$$J = \pi \int_{y_0}^{y_1} x^2 \,.\, dy.$$

Da $y = \frac{K_1}{(K + x)^3},$

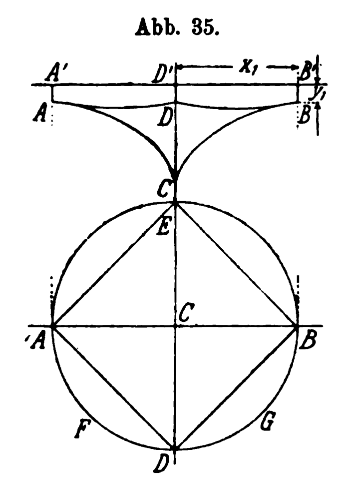
ist auch $J = -3\pi K_1 \,.\int_{x_0}^{x_1} \frac{x^2}{(K + x)^4} \,.\, dx.$

Die Integration ergibt

$$J = \pi . K_1 . \left[\frac{3}{K + x} - \frac{3\,K}{(K + x)^2} + \frac{K^2}{(K + x)^3}\right]_{x_0}^{x_1}.$$

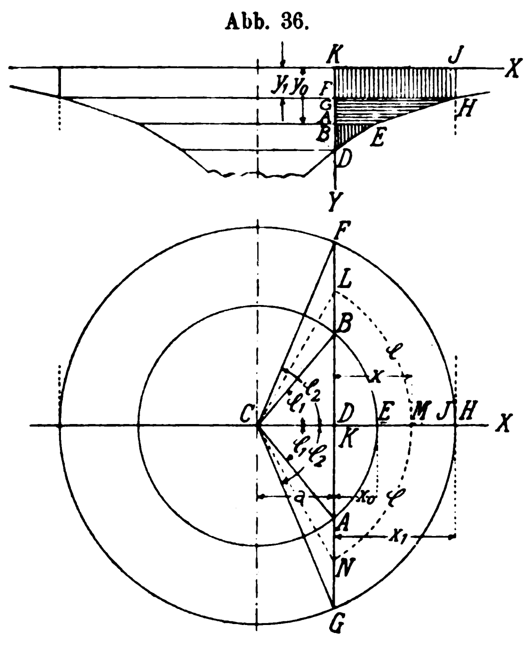
Von dem Umdrehungskörper werden je nach Lage des Punktes C, dessen Senkung berechnet werden soll, durch lotrechte Ebenen in den Kanten der Druckplatte vier Körper abgeschnitten, deren Inhalt, von dem eben berechneten des Umdrehungskörpers abgezogen, den gesuchten Rauminhalt und damit die Senkung η ergibt. So gibt beispielsweise der

Abb. 35.



Inhalt des in Textabb. 35 dargestellten Körpers die Senkung der Plattenmitte. Die Berechnung der abgeschnittenen Körper wie A F D und B G D gestaltet sich unter Berücksichtigung der Textabb. 36 wie folgt. Der im lotrechten Schnitte über-

Abb. 36.



strichelte Körper setzt sich zusammen aus einem Zylinder F K J H und einem Körper, der von der lotrechten Ebene F G, dem Kreisabschnitte F G H und der Senkungsfläche begrenzt ist. Ersetzt man die Umdrehungsfläche durch eine Reihe von auf einander folgenden Kegelflächen, so dafs die Querschnittslinie aus lauter geraden Stücken zusammengesetzt erscheint, so ist der Inhalt des von den wagerechten Ebenen F G H und A B E eingeschlossenen Körpers

$$i = \int_{y_0}^{y_1} F \,.\, d\,y.$$

Da E H gerade, ist

$$\frac{d\,y}{d\,x} = m$$

und daher auch

$$i = m \int_{x_0}^{x_1} F.\,d\,x.$$

Aus dem Unterschiede des Kreisausschnittes C L M N und des Dreieckes C L N ergibt sich die Fläche des Abschnittes

$$F = (a + x)^2 \operatorname{arc} \varphi - a\,(a + x) \sin \varphi$$

und daher

$$i = m \,.\, \int_{x_0}^{x_1} \left[(a + x)^2 \operatorname{arc} \varphi - a\,(a + x)\, 3 \operatorname{in} \varphi\right] d\,\varphi.$$

Die Integration liefert

$$i = m \,.\, \frac{r^3}{3} \left[\frac{\operatorname{arc} \varphi - \sin 2\varphi}{\cos^3 \varphi} + \lg \frac{1 + \sin \varphi}{\cos \varphi}\right]_{\varphi_1}^{\varphi_2}.$$

Durch passende Wahl der Schnittebenen gestaltet sich die zahlenmäfsige Berechnung der dem Umdrehungskörper zu oder abzusetzenden Körper verhältnismäfsig einfach. Derart wurden die Senkungen η für zwei Platten von 12 und 24 cm Seitenlänge gerechnet, wobei der Wert K in Gl. 24) = 10 angenommen wurde. Für die Mittellinien der Platten ergeben sich die in Zusammenstellung XXXIII angegebenen Werte von η bei überall gleichen Flächendrucke p.

Zusammenstellung XXXIII.

Grofse Platte. a = 24 cm.		
In der Mitte	$\eta_0 = 100$	$p_0 = 0{,}84$ kg/qcm
3 cm von der Mitte .	$\eta_1 = 98{,}2$	$p_1 = 0{,}856$ „
6 „ „ „ „ .	$\eta_2 = 91{,}8$	$p_2 = 0{,}916$ „
9 „ „ „ „ .	$\eta_3 = 80{,}5$	$p_3 = 1{,}04$ „
12 „ „ „ „ .	$\eta_4 = 62{,}8$	$p_4 = 1{,}34$ „
Kleine Platte. a = 12 cm.		
In der Mitte	$\eta_0 = 48{,}4$	$p_0 = 0{,}83$ kg/qcm
1,5 cm von der Mitte .	$\eta_I = 47{,}6$	$p_I = 0{,}86$ „
3,0 „ „ „ „ .	$\eta_{II} = 44{,}8$	$p_{II} = 0{,}915$ „
4,5 „ „ „ „ .	$\eta_{III} = 40{,}6$	$p_{III} = 1{,}010$ „
6,0 „ „ „ „ .	$\eta_{IV} = 34{,}8$	$p_{IV} = 1{,}194$ „

Die Gröfsen p und K_1 konnten, weil unveränderlich, bei dieser Berechnung aufser Betracht gelassen werden. Die angegebenen Werte von η sind daher nur Verhältniszahlen.

In Textabb. 37 sind die für die grofse und kleine Platte gerechneten Senkungen dargestellt. Die erhaltenen Linien A B und C D können mit grofser Annäherung durch Kreise ersetzt werden, deren Halbmesser im Mafsstabe der Zeichnung 53,3 mm und 33,8 mm betragen. Nun lassen sich auch die Flächen, welche die Senkungen η unter den Platten darstellen, mit hinreichender Genauigkeit durch Kugelflächen ersetzen, die leicht integrierbar, durch $F = a^2$ dividiert, die gesuchte mittlere Senkung η_m ergeben.

So erhielt man:

Für die grofse Platte $\eta_m = 84$.

Für die kleine Platte $\eta_m = 41$.

Hiermit vergleichen wir die Senkungen, die früher mit quadratischen Platten von annähernd denselben Abmessungen erhalten wurden.

Abb. 37.

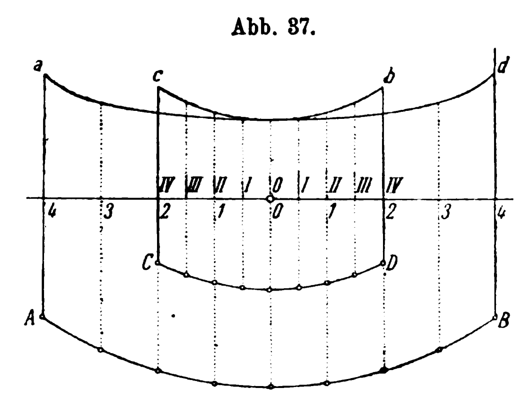
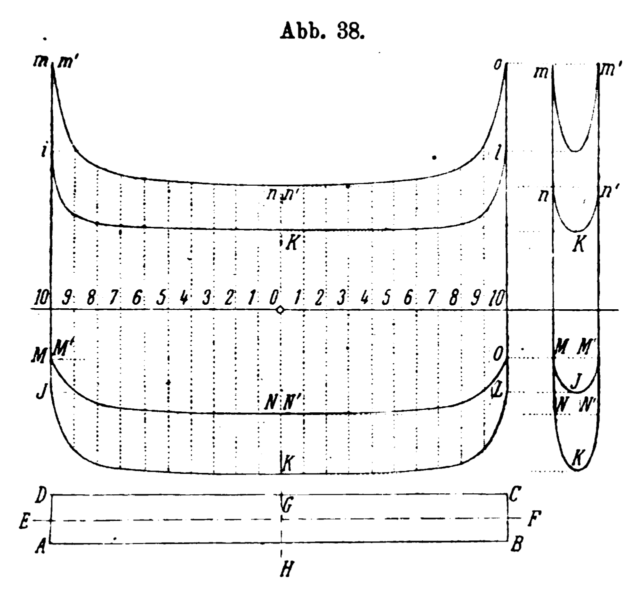


Abb. 38.



Für eine Belastung von p = 0,1 kg/qcm ergibt sich für die Platte von 550 qcm Druckfläche nach Gl. 15) die Senkung

$$y = \frac{p}{8,8} - 0.0015 = 98\ \mu,$$

und für die Platte von 137,5 qcm Druckfläche nach Gl. 16)

$$y = \frac{p}{20,4} - 0.0008 = 41\ \mu.$$

Demnach ergibt sich für die grofse und kleine Platte das Verhältnis der beobachteten Senkungen

98 : 41 = 84 : 35 ,

während sich die gerechneten Senkungen wie

84 : 41

verhalten. Das Ergebnis der Rechnung stimmt demnach mit den früheren Versuchen ganz gut überein.

Aus der mittlern Senkung η^m läfst sich nach Gl. 50) nun auch der Druck p berechnen, der durch die Belastung von beispielsweise $p_m = 0,1$ kg/qcm unter der Druckplatte an den verschiedenen Stellen des belasteten Erdbodens hervorgerufen wird. Für die Mittellinien der quadratischen Platten ergeben sich aus dieser Rechnung die Werte für p, welche in Zusammenstellung XXXIII in der Spalte neben den Senkungsgröfsen η angegeben sind. In Textabb. 37 sind diese Werte zu den Linien ab und cd vereinigt, welche ein Bild von de Verteilung des Druckes längs der Mittellinien der grofsen und kleinen Platte geben.

Wie für die quadratischen Platten sind auch die Senkungsgröfsen η für eine rechteckige Platte von 240 × 24 cm, etwa einer Eisenbahnschwelle zu rechnen. Für die Mittellinie AB (Textabb. 38) der Platte wurden p wieder unter Zugrundlegung des Wortes $K = 10_1$ folgende Zahlen erhalten.

Zusammenstellung XXXIV.

In der Mitte	$\eta_0 = 144,8$	$p_0 = 0,846$ kg/qcm
12 cm von der „ . .	$\eta_1 = 144,6$	$p_1 = 0,847$ „
24 cm „ „ „ . .	$\eta_2 = 144,4$	$p_2 = 0,849$ „
36 cm „ „ „ . .	$\eta_3 = 144,1$	$p_3 = 0,851$ „
48 cm „ „ „ . .	$\eta_4 = 143,7$	$p_4 = 0,853$ „
60 cm „ „ „ . .	$\eta_5 = 143\,1$	$p_5 = 0\,856$ „
72 cm „ „ „ . .	$\eta_6 = 142,0$	$p_6 = 0,863$ „
84 cm „ „ „ . .	$\eta_7 = 139,9$	$p_7 = 0,876$ „
96 cm „ „ „ . .	$\eta_8 = 135,2$	$p_8 = 0,907$ „
108 cm „ „ „ . .	$\eta_9 = 122,4$	$p_9 = 1,001$ „
120 cm „ „ „ . .	$\eta_{10} = 72,4$	$p_{10} = 1,690$ „

In Textabb. 38 gibt die Linie JKL ein Bild von den Senkungen längs der Mittellinie EF, NKN' die Verteilung längs GH an. Die Senkungen an den Kanten AB und CD werden durch die Linie MNO, die Senkungen an den Kanten BC und AD durch MJM' dargestellt. Bestimmt man den Inhalt des von der η-Fläche MNLOKJ, von den wagerechten und den lotrechten Ebenen eingeschlossenen Körpers und dividiert ihn durch die Grundfläche ABCD, so erhält man wieder die mittlere Senkung, nämlich

$$\eta_m = 122,5.$$

Aus Gl. 50) kann nun der Druck, der durch die Belastung von 0,1 kg/qcm unter der Platte an verschiedenen Stellen hervorgerufen wird, berechnet werden. Mit den so gerechneten Werten von p, die in der obigen Zusammenstellung neben den Gröfsen η angegeben sind, wurden die Schaulinien der Textabb. 38 erhalten, welche die Fläche mnolki begrenzen und ein Bild von der eigenartigen Druckverteilung unter der als starr angenommenen Schwelle geben.

Eine derartige starre Schwelle kommt im Eisenbahnbau freilich nicht vor. Die Betrachtung des Schaubildes zeigt aber doch, wie die im Eisenbahnbau geübte Praxis, die Schwellen an den Enden stärker zu stopfen, als in der Mitte mit der tatsächlichen Beanspruchung der Bettung im Einklang steht.

X. Schlufsbetrachtung.

Die folgenden sicheren Ergebnisse sind durch diese Betrachtungen erzielt.

Jede Belastung, auch die kleinste, ruft eine elastische und eine bleibende Senkung am Erdboden hervor. Wegen der elastischen Nachwirkung ist die Gröfse dieser Senkung nicht nur von der Gröfse der jeweiligen Belastung, sondern auch von der Zahl und Gröfse der vorausgegangenen Lasten abhängig.

Die Senkungen nehmen bei derselben Druckplatte mit der Gröfse der aufgebrachten Lasten zu. Ihre Abhängigkeit ist gegeben durch Gl. 5) und innerhalb gewisser Grenzen auch

durch Gl. 14). Die ganz allgemein als gültig angesehene Winkler'sche Annahme der Gl. 1) ist hier also nicht streng zutreffend, obschon gegen ihre Benutzung zur Ableitung näherungsweise gültiger Schlufsfolgerungen innerhalb gewisser Grenzen nichts einzuwenden ist.

Jede Belastung erzeugt eine bleibende Verdrückung des Erdkörpers. Die zulässige Belastung des Gleisbettes mufs also davon abhängig gemacht werden, welche bleibende Verdrückung noch als zulässig angesehen werden kann. Da von der Gröfse der bleibenden Senkung das Mafs der am Gleise erforderlichen Unterhaltungsarbeiten abhängt, ist diese Frage für den Eisenbahnbau von Bedeutung. Die Gröfse der bleibenden Verdrückung ist mit durch die Anzahl der Belastungen bedingt; die zulässige Belastung darf daher für geringen Verkehr gröfser gewählt werden, als für starken.

Bei Platten verschiedener Gröfse ergeben sich die Senkungen auch bei gleicher Flächenbelastung ungleich grofs. Für die eingehend untersuchten Platten von quadratischer Form lassen sich die Senkungen mit dem Verhältnisse der Druckfläche zum Umfange in eine Beziehung bringen, die durch Gl. 19) gegeben ist. Die Bettungsziffer ändert sich demnach mit der Form und Gröfse der Schwellen, und man hat es in der Hand, die Gleislage bei schlechten Untergrund- oder Boden-Verhältnissen zu verbessern, indem man beispielsweise die Schwellen verkleinert, ihre Anzahl aber der kleineren Fläche entsprechend vermehrt.

In der Umgebung der belasteten Druckflächen werden an der Oberfläche des Erdkörpers Senkungen hervorgerufen, deren Gesetz durch Gl. 24) gegeben ist. Dieser Umstand gestattet nach dem Vorgange Engessers die Senkungen bei Platten verschiedener Form und Gröfse zu berechnen und gibt gleichzeitig über die Verteilung des Druckes unter den Druckplatten Aufschlufs. Die theoretischen stimmen mit den Versuchs-Ergebnissen gut überein.

Die Beobachtungen, welche an Kieslagen verschiedener Höhe gemacht sind, zeigen, dafs die elastischen und bleibenden Verdrückungen an der Oberfläche und am Untergrunde mit wachsender Kieshöhe kleiner werden, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Für die Verhältnisse, unter denen der Versuch stattfand, ergab sich, dafs die Senkungen bei 48 cm Kieshöhe an der Oberfläche keine, am Untergrunde eine nur unbedeutende Verringerung erfuhren, so dafs für diese Verhältnisse die günstigste Bettungstärke bei 48 cm liegt. Der Versuch tut also dar, dafs fortgesetzte Erhöhung der Gleisbettung nicht in demselben Mafse eine Verminderung der Senkungen bewirkt und von einer gewissen Grenze an unvorteilhaft wird, da die aufgewendeten Mehrkosten in keinem Verhältnisse zur erzielten Verbesserung stehen. Nur bei ganz schlechtem Untergrunde wird es sich empfehlen, die Bettung über diese Grenze hinaus zu erhöhen. Die Grenze der günstigsten Bettungsstärke kann nur auf dem Wege des Versuches gefunden werden, ähnlich wie es hier gezeigt ist.

SCHNELLFAHRVERSUCHE

MIT

DREI VERSCHIEDENEN LOKOMOTIVGATTUNGEN

AUF DER

STRECKE HANNOVER-SPANDAU.

VON

LEITZMANN,
Geheimem Baurate zu Darmstadt.

Mit Zeichnungen auf den Tafeln XLIII und XLIV.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1906.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1906.



Schnellfahrversuche mit drei verschiedenen Lokomotivgattungen auf der Strecke Hannover-Spandau.*)

Von **Leitzmann**, Geheimem Baurate zu Darmstadt.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XLIII und XLIV.

I. Einleitung.

Nach den auf der Militäreisenbahn mit verschiedenen Dampf-Lokomotiven ausgeführten Versuchsfahrten trat das Bedürfnis hervor, diese Versuche auf längeren Strecken zu wiederholen; denn wenn die Versuchsfahrten auch genügten, die Anzugskraft der Lokomotiven und die Zugbeschleunigung festzustellen und allenfalls, wenn auch nur für eine kurze Zeit, eine höhere Geschwindigkeit zu erreichen und den Gang der Lokomotiven und Wagen bei einer solchen zu beobachten, so versagten sie doch vollständig, um über alle diejenigen Dinge ein Urteil zu gewinnen, die mit einer Dauerleistung und den Beharrungszuständen der Dampfbildung und der Lokomotivleistung im Zusammenhange stehen. Hierzu gehört namentlich der Heizstoffverbrauch, denn für diese wichtige Bestimmung ist unter Umständen eine wenigstens einstündige Fahrt erforderlich.

Bei den im folgenden zu beschreibenden Versuchsfahrten auf einer 243,5 km langen Strecke und bei einer mehr als zweistündigen Fahrzeit war die zum Anheizen der Lokomotiven nötige Kohlenmenge immer noch 25% der auf der Fahrt verbrauchten. Wie soll nun die Anheizkohle in Rechnung gestellt werden; denn dafs das geschehen müfste, wenn der Zustand der Feuerung am Ende der Fahrt nicht genau derselbe ist, wie bei der Abfahrt, ist zweifellos. Eine gewisse Menge des auf dem Roste kurz vor der Abfahrt teilweise verglühten Heizstoffes kommt erst auf der Fahrt selbst vollständig zum Verbrennen, aber in welchem Verhältnisse die Wärmemenge zu verteilen ist, kann nur schwer festgestellt werden. Es könnte dies annähernd dadurch geschehen, und ist auch vom Verfasser einigemale ausgeführt worden, dafs die vorher gewogene Feuerung im Zustande vor der Abfahrt rasch entfernt, abgelöscht, ausgeglüht und hierauf nochmals gewogen, und dies nach dem Ende einer Versuchsfahrt wiederholt wird. Allein auch dieses umständliche Mittel kann für verschiedene Fahrten nicht als gleichwertig gelten.

Die Versuchstrecke der Militärbahn von Marienfelde bis Zossen war aber noch viel kürzer, so dafs ein Beharrungszustand nicht erreicht werden konnte, die Fahrzeit würde bei einer gleichmäfsigen Geschwindigkeit von 100 km/St. nur 14 Minuten betragen.

Um aber zu untersuchen, ob ein Lokomotivkessel in der Dampfbildung aushält, ist es unerläfslich, die Versuchsfahrten viel weiter auszudehnen. Soll ferner auch ein Urteil über die Leistungen im Beharrungszustande gewonnen werden, so mufs dieser mindestens auf 10 Minuten hergestellt werden können. Hierzu gehört eine Versuchstrecke, die innerhalb einer solchen Fahrzeit keine Brechpunkte und Bahnkrümmungen enthält, die also eine Gerade von mindestens 20 km haben mufs.

Eine weitere zu erörternde Frage ist die, mit welcher Zugstärke solche Versuche anzustellen sind. Handelt es sich um die gründliche Ausprobung einer Lokomotivbauart, so müssen die Versuche zwischen den weitesten Grenzen liegen. Liegt aber, wie hier, der Fall vor, dafs eine neue Betriebsweise versucht werden soll, so tritt die wirtschaftliche Frage in den Vordergrund, so dafs erst festgestellt werden mufs, bis zu welcher Zugstärke herab sich ein Eisenbahnzug noch bezahlt macht. Diese beispielsweise bei der französischen Nordbahn gelöste Aufgabe hat zu dem Ergebnisse geführt, dafs diese Zugstärke unter den dortigen Verhältnissen 30 Achsen beträgt. Die drei auf der Strecke Paris—Calais verkehrenden Expreszüge, trains rapides, bestehen in der Regel aus sieben vierachsigen Personenwagen und einem Gepäckwagen mit einem Gewichte von etwa 30 . 8,75 = 262,5 t. Sie werden durch die fast in ganz Frankreich allgemein eingeführten $^{2}/_{5}$ gekuppelten, vierzylindrigen Lokomotiven der Atlantic-Form, Bauart de Glehn, mit einer Grundgeschwindigkeit von 120 km/St. befördert. Um sich von der Dauerleistung dieser Lokomotiven zu überzeugen, hat der Verfasser einer solchen Fahrt von Paris bis Calais auf der Lokomotive beigewohnt, und hierauf auch auf der Paris-Orleans-Bahn. Die Mitfahrt auf der ganzen Strecke ist durchaus nötig, wenn man sehen will, ob die Heizfläche von 215 qm mit Serve-Röhren zu einer solchen Leistung ausreicht, oder ob die Dampfbildung, und mit dieser auch die Lokomotivleistung, durch Flugasche, die sich an der kupfernen Rohrwand ansetzt, oder die Heizrohre innen verstopft, wie dies bei uns wiederholt beobachtet wurde, merklich nachläfst; dies war dort aber nicht der Fall. Hieraus ist schon der Schlufs zu ziehen, dafs für lange Fahrten ohne Lokomotivwechsel, zur Steigerung des Fahrbereiches der Dampf-Lokomotive durchaus reine Kohle zur Verwendung kommen mufs. Besonders kann bei den gerippten Heizrohren unreine Kohle sehr störend wirken. Wenn man die Versuchs-Lokomotive mit zwei Unterdruckmessern an der Rauchkammer und Feuerbuchse ausrüstet, so bemerkt man die Abnahme der Leistung sehr bald an dem Sinken des letztern, während die Luftverdünnung in der Rauchkammer unverändert bleibt. Die nächste Folge ist eine Abnahme der Dampfspannung im Kessel, und ein Sinken des Wasserspiegels. Der regelmäfsige Fortgang des Versuches ist dann gestört. Eine für solche Dauerleistungen passende Kohle darf nicht mehr als 7% erdige Bestandteile enthalten. Die chemische Untersuchung der Zusammensetzung dieser Stoffe ergab, dafs sie vorzugsweise aus Eisenoxyd- und Tonerde-Silikat bestehen. Setzt sich diese Masse an der Rohrwand an, und verengt die Heizrohröffnungen, so gibt dies Veranlassung, die Rohrwand durch Abstofsen der Masse während der Fahrt wieder frei zu machen, wobei aber die Feuertür viel zu lange geöffnet bleibt. Überhaupt ist das zu lange Öffnen der Feuertür bei Schnellfahrten von höchst nachteiliger Wirkung, da hierdurch, und zwar schon bei der ge-

*) Vergl. Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses, 1906, S. 61.
Bezüglich der anderweiten Versuche des Verfassers wird auf Organ 1906, S. 131 und 335 verwiesen.

wöhnlichen Rostbeschickung mit Klapptüren, während einem Drittel der Fahrzeit die Saugwirkung und damit die Verdampfung niedriger, und durch den ungewöhnlich starken Zug eine erhebliche überflüssige Luftmenge eingesaugt wird, die eine starke Abkühlung der unmittelbaren Heizfläche und grofse Wärmeverluste herbeiführt.

Die an der französischen Nordbahn als geringste festgesetzte Zugstärke kann nun aber für unsere Verhältnisse nicht als mafsgebend betrachtet werden, sie ist vielmehr aus verschiedenen Gründen zu erhöhen. Denn in unseren meist schwächer besetzten D-Zügen werden oft auch Reisende III. Klasse befördert; wir haben ferner in der Regel einen schweren Gepäckwagen und einen Speise-, Schlaf- und Post-Wagen mitzuführen. Deshalb dürfte eine Zugstärke von mindestens 40 Achsen anzunehmen und die Lokomotivkraft hiernach zu bemessen sein. Aus diesem Grunde sind auch die Versuche vorzugsweise mit dieser Zugstärke ausgeführt und nur deshalb noch mit 20 Achsen wiederholt worden, um mit den jetzt vorhandenen, schwächeren Lokomotiven Geschwindigkeiten von 120 km/St. und darüber überhaupt zu erreichen. Dies war auch von Wichtigkeit für die Untersuchung, in welchem Grade sich die Lokomotivkraft mit der Heizfläche steigert, und ob der gegenwärtige Oberbau solche Geschwindigkeiten zuläfst.

Nach dem französischen Vorgange stand also fest, dafs Lokomotiven mit 215 qm Heizfläche Züge von 262,5 t Gewicht mit 120 km/St. Grundgeschwindigkeit befördern können. Die Zylinderdruck-Leistung einer Lokomotive kann nun nach eigenen Versuchen des Verfassers bei der günstigsten Geschwindigkeit durch eine Formel $L = A + B \,.\, H$

dargestellt werden, worin H die Heizfläche bezeichnet, und die Werte A und B von der Geschwindigkeit abhängen. Für Verbund-Lokomotiven kann ziemlich allgemein die Formel

$$L = a\,v + b\,H + c\,Hv = v + 3\,H + \frac{Hv}{25}$$

zur Anwendung kommen. Für Zwillings-Lokomotiven lautet die Formel angenähert $L = 0{,}5 \,.\, v + 2{,}5\,H + \frac{Hv}{30}$.

Die Werte a, b und c hängen eigentlich von den Hauptabmessungen der Lokomotive und der Triebachsreibung ab; sie ändern sich aber nur wenig, da diese Gröfsen in der Regel der Heizfläche und Zuggeschwindigkeit angepafst sind. Im weitern Verlaufe dieser Abhandlung werde ich nochmals auf diesen Gegenstand zurückkommen. Diese durch Rechnung und bildliche Darstellung aus den Ergebnissen zahlreicher Versuchsfahrten erlangten Formeln geben für einige bekannte Lokomotivbauarten folgende Werte:

Zusammenstellung I.

Nr.	Bauart gekuppelt	Bauart Zylinder	Lokomotive	Heizfläche H qm	Geschwindigkeit v km/St.	Dampfdruck-Leistung L in P.S. wirklich	Dampfdruck-Leistung L in P.S. gerechnet
1	3/3	2	Zwillings-Güterzug	125	40	499	500
2	4/4	2	Verbund- „	140	40	650	684
3	3/4	2	Zwillings-Eilgut . .	135	40	544	528
4	2/3	2	„ Personen	95	80	538	550
5	2/4	2	„ „	125	80	676	686

Ferner ergibt sich die Leistung der 2/5 gekuppelten Vierzylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotive

Hannover mit H = 163 qm, v = 100 km/St., zu 1241 P.S.
Frankreich „ H = 215 „ v = 120 „ zu 1797 „

Die letzte Ziffer wird auch durch folgenden unmittelbar erlangten Wert bestätigt: Gewicht der Lokomotive $G_1 = 110$ t, Gewicht des Zuges G = 262,5 t, zusammen $G_1 + G = 372{,}5$ t, mittlerer Eigenwiderstand für den ganzen Zug einschliefslich Lokomotive $w = 1{,}5 + \frac{v^2}{1550} = 10{,}8$ kg/t,

daher ist die Dampfdruck-Leistung

$$L = \frac{372{,}5 \,.\, 10{,}8 \,.\, 120}{270} = 1788 \text{ P.S.},$$

was gut mit dem obigen Werte übereinstimmt, während die Zugstärke bei der preufsischen, 2/5 gekuppelten, vierzylindrigen Schnellzug-Lokomotive mit 163 qm Heizfläche bei 120 km Geschwindigkeit aus der Formel folgt:

$$1241 = \frac{(100 + G)\; 10{,}8 \,.\, 120}{270}, \text{ so dafs}$$

$$G = \frac{1241 \,.\, 270}{10{,}8 \,.\, 120} - 100 = 159 \text{ t} = \text{etwa } \frac{159}{8} = 20 \text{ Achsen.}$$

Um das im folgenden zu begründende Versuchsergebnis hier vorweg zu nehmen, sei bemerkt, dafs es allerdings tatsächlich gelang, mit der hannoverschen, und annähernd auch mit der grafenstadener und der Heifsdampf-Lokomotive, die kleinere Heizflächen besitzen, 20 Achsen mit 120 km/St. Geschwindigkeit zu befördern, aber nur mit der gröfsten Anstrengung.

Eine solche Leistung dürfte also für den Betrieb nicht genügen, und daher ist man bereits mit grofser Tatkraft bemüht, die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven durch Vergröfserung der Heizfläche und Anwendung des Heifsdampfes zu steigern. Dafs aber besonders das letztere Mittel einen durchschlagenden Erfolg verspricht, ohne den Kessel und das Gewicht der Lokomotive zu vergröfsern, wird sich unverkennbar aus den Versuchen ergeben, zu deren Beschreibung nun übergegangen werden soll.

II. Die Versuchs-Lokomotiven.

In Abb. 1 bis 3, Taf. XLIII sind die Bauarten der drei Versuchs-Lokomotiven dargestellt und in den Zusammenstellungen II und III die wichtigsten Angaben, Abmessungen und Verhältnisse angegeben.

Danach soll zunächst ein kurzer Vergleich und eine Vorausberechnung der Lokomotivkräfte angestellt werden, um ein Urteil zu gewinnen, was von jeder einzelnen Bauart zu erwarten war.

a) Die Zylinderdruck-Zugkraft

$$Z \text{ ist } = 2 \,.\, \frac{\pi \,.\, (100\, d^m)^2}{4} \,.\, \frac{2\,h}{\pi\, D} \,.\, p_m = 100^2 \times \frac{(d^m)^2\, h}{D}\, p_m = 100^2\, u\, p_m,$$

wenn die öfters wiederkehrende Gröfse $\frac{(d^m)^2\, h}{D}$ mit u bezeichnet wird.

Der mittlere wirkliche effektive Dampfdruck

p_m ist $= f\,(p + 1)$;

Zusammenstellung II.

1. Bauart und Abmessungen der Versuchs-Lokomotiven.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	608	58	6
1	Bauart	—	—	Nafsdampf 2/5 gekuppelt	Nafsdampf 2/5 gekuppelt	Heifsdampf 2/4 gekuppelt
2	Zahl der Zylinder	—	—	4	4	2
3	Erbauer	—	—	Egestorff	Grafenstaden	Borsig
4	Lieferungsjahr	—	—	1903	1902	1903
5	Werk-Nr.	—	—	4099	5319	5215
6	Beschaffungskosten	M	—	74452	80310	69527
7	Dienstzeit seit der Anlieferung	Monate	—	6	2	2
8	Durchlaufene Kilometer	—	—	51500	2046	11560
9	Kolbendurchmesser, Hochdruck	mm	d	360	340	530
10	„ Niederdruck	„	d'	560	560	—
11	Kolbenhub	„	h	600	640	600
12	Triebraddurchmesser	„	D	1980	1980	1980
13	Feuerberührte Heizfläche der Feuerbuchse	qm	—	10,0	14,6	10,6
14	„ „ „ Heizrohre	„	—	152,9	140,7	91,1
15	Ganze Heizfläche	„	H	162,9	155,3	101,7
16	Heizfläche des Überhitzers	„	—	—	—	30,75
17	Ganze Rostfläche	„	F	2,70	2,72	2,27
18	Dampfüberdruck	at	p	14	14	12
19	Durchmesser der Heizrohre aufsen	mm	—	50	50	46
20	„ „ „ innen	„	—	45	45	41
21	Länge der Heizrohre zwischen den Rohrwänden	„	—	4450	4200	3900
22	Zahl der Heizrohre	—	—	243	237	174
23	Lichter Durchmesser des mittlern Kesselschusses	mm	—	1440	1456	1400
24	Blasrohrmündung über Kesselmitte	—	—	— 240	270	135
25	Blasrohrquerschnitt	qcm	—	127,49	133,50	108,50
26	Höhe der Kesselmitte über S.O.	mm	—	2500	2550	2500
27	Zulässige Geschwindigkeit	km/St.	v	100	100	100
28	Laufraddurchmesser vorn	mm	—	1000	900	1000
29	„ hinten	„	—	1000	1440	—
30	Achsstand des Drehgestells	„	—	2000	1900	2200
31	Fester Achsstand, Trieb- und Kuppel-Achse	„	—	2100	2100	2660
32	Ganzer Achsstand	„	a	9000	8200	7660
33	Ganze Länge der Lokomotive	„	l	11005	11220	10810
34	Länge der Kurbelstangen	„	l_1	1730	HD. 2200 ND. 1800	2600
35	Schädlicher Raum in % des Hubinhaltes	%	—	HD. 8 ND. 11	HD. 14 ND. 9	10
36	Bauart des Drehgestelles	—	—	Regel	Grafenstaden	Regel
37	Seitliche Verschiebbarkeit des Drehzapfens +	mm	—	40	45	35
38	Drehung des Gestelles +	Grad	—	1° 23'	1° 18'	1° 3'
39	Mittelstellvorrichtung	doppelt	—	Blattfeder	Schraubenfeder	Blattfeder
40	Anfangspannung	t	—	2,40	4,32	2,40
41	Endspannung	„	—	6,00	9,18	6,00
	Achsdrucke der Lokomotive im Dienste:					
42	Vordere Drehgestellachse	t	—	8,84	9,40	12,00
43	Hintere Drehgestellachse	„	—	8,90	9,40	11,70
44	Triebachse	„	—	15,18	16,00	15,70
45	Kuppelachse	„	—	15,22	16,00	15,10
46	Hintere Laufachse	„	—	11,68	14,20	—
47	Dienstgewicht ohne Tender	„	G'	59,82	65,00	54,50
48	1. Tenderachse	„	—	10,79	10,85	10,50
49	2. „	„	—	10,77	10,85	10,50
50	3. „	„	—	10,81	13,05	10,50
51	4. „	„	—	10,99	13,05	10,50
52	Dienstgewicht	„	—	43,36	47,80	42,00
53	Ganzes Dienstgewicht, Lokomotive und Tender	„	G_1	103,18	112,80	96,50
54	Triebachsgewicht	„	A	30,40	32,00	30,80
55	Kohlenvorrat	„	—	5,00	5,00	4,00
56	Wasservorrat	„	—	19,00	20,00	16,00

2. Verhältnisse.

Nr.	Gegenstand	Bezeichnung	Lokomotive 608	58	6
1	Verhältnis der Kolbenflächen	$\frac{d'^2}{d^2}$	2,42	2,71	—
2	$100^2 u =$	$\frac{100^2 (d^m)^2 h}{D}$	393	374	851
3	$100^2 u \ (p + 1)$	$\frac{100^2 (d^m)^2 h \ (p+1)}{D}$	5895	5610	11063
4	Heizfläche : Rostfläche	H : F	60	57	45
5	„ : $100^2 u$	H : $100^2 u$	0,415	0,415	0,120
6	„ : $100^2 u \ (p + 1)$	$\frac{H}{100^2 u \ (p+1)}$	0,028	0,028	0,009
7	„ : Triebachsgewicht	$\frac{H}{A}$	5,36	4,85	3,30
8	Lokomotivgewicht ohne Tender: ganze Länge . .	$\frac{G'}{l}$	5,44	5,80	5,04
9	„ „ „ Heizfläche . . .	$\frac{G'}{H}$	0,367	0,419	0,536
10	Länge der Kurbelstange: Kurbelhalbmesser . . .	$\frac{l_1}{r}$	5,8	H. 6,9 N. 5,6	8,7

Zusammenstellung III.

Die an den Versuchs-Lokomotiven ausgeführten Ausbesserungsarbeiten und Änderungen.

Lokomotive	Gegenstand der Arbeiten
608 Hannover	— —
58 Köln	Heizrohr gedichtet, Kessel ausgewaschen, das linke hintere Laufachslager und beide Kurbelstangenlager der Hochdruckzylinder nachgepafst. Linkes hinteres Laufachslager neu ausgegossen und Achsschenkel nachgedreht. Einige Heizrohre gedichtet, Feuerloch-Schutzring erneuert, am Kreuzkopfe des linken Niederdruckzylinders die beiden abgebrochenen Stiftschrauben, welche zur Befestigung des Lenkerkolbens der Steuerung dienen, erneuert, sowie die verbogenen Steuerungsteile ausgebessert und die Steuerung nachgeregelt.
6 Elberfeld	Heizrohre gedichtet, Kessel ausgewaschen, die oberen Kreuzkopfschuhe und die Kurbelstangenlager neu ausgegossen. Heizrohre gedichtet, Kessel ausgewaschen, Triebachsreifen abgedreht, Triebachslager neu ausgegossen, Achsstand berichtigt, Dampfkolben untersucht und die schädlichen Räume durch Einlegen von 5 mm starken Ringen zwischen Dampfzylinder und Deckel vergröfsert. Überhitzer herausgenommen und gereinigt, Dampfkammern auf der Rauchkammer gedichtet und die Bodenbleche in der Rauchkammer geändert, sowie das Dampfrohr an der Rauchkammer-Rohrwand gedichtet. Links, vordere Kuppelstangenlager neu ausgegossen und 2 Paar Pafsstücke in der Rauchkammer erneuert.

daher ist $u \ (p + 1)$ ein Mafsstab für die Zylinderdruck-Zugkraft.

b) Der Dampfverbrauch

$$M \text{ ist } = \frac{2 \cdot \pi \cdot (d^m)^2}{4} \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{2 h \cdot v \, 1000}{\pi D} \cdot \gamma$$

$$= \frac{10 \, (d^m)^2 \, h}{D} \cdot \varepsilon v \gamma = 10 \, u \, \varepsilon v \gamma .$$

Das Gewichtsverhältnis des in den Zylindern zur Verwendung kommenden Dampfes γ ist $= f' \ (p + 1)$, so dafs auch hier $u \ (p + 1)$ einen Mafsstab für den Dampfverbrauch bildet.

c) Die Dampfentwickelung M_3 ist $=$ II . k, also geradlinig abhängig von der ganzen Heizfläche.

Man kann daher das rechnungsmäfsige Urteil durch folgende Vergleiche dieser die Lokomotivleistung bestimmenden Gröfsen vorweg nehmen, wobei die Vergleichsziffer der hannoverschen Lokomotive Nr. 608 $= 1$ gesetzt werden soll.

Zusammenstellung IV.

Lokomotive Nr.	608	58	6
$u = \frac{(d^m)^2 \, h}{D}$	= 1	— 5	+ 117 %
$u \ (p + 1)$	= 1	— 5	+ 88 „
Heizfläche H	= 1	— 5	— 37 „
Lokomotivgewicht G_1 .	= 1	+ 8	— 8 „
Reibungsgewicht A . .	= 1	+ 5	+ 1 „
Beschaffungskosten . .	= 1	+ 8	— 7 „

In Abb. 4, Taf. XLIV ist auch die Lage des Schwerpunktes der auf den Tragfedern ruhenden Massen angegeben; ferner können die Vorzüge und Nachteile jeder der drei Versuchslokomotiven aus der Lagerung und Verteilung, insbesondere der überhängenden Massen, aus der Länge und Breite der Rad- und Tragfeder-Stützung, sowie aus den Kräften, ihren Hebelarmen und der Übertragung der Seitenkräfte auf die Lokomotivmasse durch die Bauart der Mittelstellvorrichtung und ihrer Kräfte gegeneinander abgewogen werden.

Soweit dies durch das Gefühl des auf dem Führerstande befindlichen Beobachters beurteilt wird, dürfte die Entfernung dieses Standes vom Schwerpunkte der Lokomotive mit in Betracht zu ziehen sein, der bei der Heifsdampf-Lokomotive am geringsten war.

Ebenso ist die Entfernung der Bufferbohle, auf der ein Schlingerzeichner angebracht wurde, von diesem Schwerpunkte bei der Beurteilung der schlingernden Bewegungen zu beachten.

Bezüglich des Vergleiches der beiden vierzylindrigen Lokomotiven mufs bemerkt werden, dafs die Lokomotive Grafenstadener Bauart trotz ihrer unverkennbaren Vorzüge unruhiger ging als die hannoversche, was in der gröfsern Mittelstellkraft des Drehgestelles begründet zu sein scheint, durch die sich die Bewegungen des Gestelles auf die Masse der Lokomotive in höherem Mafse und mit heftigeren Stöfsen übertragen.

Die zweizylindrige Heifsdampf-Lokomotive wird bei gröfseren Geschwindigkeiten bezüglich der schlingernden Bewegungen wegen Mangels von Gegenläufigkeit der Triebwerksmassen in der Güte zurückstehen. Aufserdem hat sich erst jetzt bei diesen Versuchen mit höheren Geschwindigkeiten auch noch eine unter Umständen empfindliche zuckende Bewegung bemerklich gemacht, auf die wir im Laufe des Berichtes näher eingehen werden.

Die Beschaffenheit der Versuchs-Lokomotiven.

Die hannoversche Lokomotive Nr. 608 war trotz der ziemlich langen vorangegangenen Dienstzeit bei starker Anstrengung seit ihrer am 29. November 1903 erfolgten Anlieferung von allen am besten im Stande; nur bei der letzten Versuchsfahrt wurden unter einer aufsergewöhnlich starken Anstrengung die Heizrohre undicht.

Die Grafenstadener Lokomotive Nr. 58, Köln, war nicht in gutem Zustande. Insbesonders waren die Heizrohre in der Feuerbuchsrohrwand sehr undicht und die Kurbelstangenlager, sowie das hintere, linke Laufachslager waren heifs gelaufen. Diese Mängel mufsten beseitigt, und das unreine Kesselwasser abgelassen und erneuert werden. Da diese Lokomotive bei hohen Geschwindigkeiten unruhig lief, so wurde sie nach den Versuchsfahrten eingehend untersucht. Die Lager der Triebachsen hatten auf den Schenkeln in der Zugrichtung einen Spielraum von 1,5 bis 2 mm. Das Stichmafs der Achsen stimmte mit dem der Kuppelstangen überein; auch die Stellkeile waren in Ordnung und die Achslager in der Führung ebenfalls. Die Triebachsreifen waren 1,5 bis 2 mm ausgelaufen, merkbare Schlaglöcher an ihnen aber nicht vorhanden. Aufser dem geringen Spielraume der Achslager konnten besondere Ursachen für den unruhigen Gang der Lokomotive nicht festgestellt werden.

Die Heifsdampf-Lokomotive Nr. 6, Elberfeld, war ebenfalls nicht in gutem Zustande. Die Heizrohre waren undicht und das Kesselwasser mufste erneuert werden. Aufserdem waren die Kreuzköpfe und Kurbelstangenlager wegen zu grofser Spielräume in den Gradführungen und der viel zu geringen Tragfläche der Lager auszubessern.

Die an den Versuchs-Lokomotiven vor und während der Versuche ausgeführten Ausbesserungen sind in der Zusammenstellung III angegeben.

Bei der Kürze der Zeit und weil die Lokomotiven der Direktionen Köln und Elberfeld nur für einige Tage entbehrt werden konnten, mufste man sich bei der betriebsfähigen Herstellung der Lokomotiven auf das wesentlichste beschränken.

III. Die Versuchstrecke.

Abb. 5, Taf. XLIII enthält den Längenschnitt der Versuchsstrecke Hannover—Spandau mit den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen. Am Oberbaue sind vor den Versuchen keinerlei Änderungen vorgenommen worden. Er besteht zum gröfsten Teil aus Schienen Nr. 8 und 9 mit 41,0 und 43,4 kg/m Gewicht, er enthält aber auch noch Nr. 6 mit 33,4 kg/m, und hat eichene oder kieferne, stellenweise auch eiserne Querschwellen auf einer Bettung von Steinschlag oder Kies. Spurerweiterung und Schienenüberhöhung in Bahnkrümmungen entsprechen den Vorschriften für 90 km/St. Geschwindigkeit. Er hatte bei den Schnellfahrversuchen insoweit ein günstiges Ergebnis, als seine Lage unverändert blieb, so dafs nach der Beendigung der Versuche keine Ausbesserungen nötig waren.

IV. Anordnung und Ausführung der Versuchsfahrten.

Gemäfs den gegebenen Vorschriften wurden zwei Fahrpläne aufgestellt, die in Zusammenstellung V beigefügt sind:

a) für 40 Achsen mit einer Zuggeschwindigkeit von 100 km/St. und
b) für 20 Achsen und 120 km/St. unter Zulassung einer höhern Geschwindigkeit bis zu 140 km/St. auf gewissen Strecken.

Übrigens mufsten die Fahrplanvorschriften beachtet werden, die für die Versuchstrecke einige erhebliche Fahrbeschränkungen enthalten. Hiernach durfte der Bahnhof Lehrte nur mit 40 km/St. Geschwindigkeit durchfahren werden, Isenbüttel, Öbisfelde und Schönhausen mit 90 km/St.; ferner erforderte die Elbbrücke bei Hämerten eine Ermäfsigung der Geschwindigkeit bis zu 60 km/St. Auf dem Rückwege von Spandau bis Stendal befanden sich noch zwei Umbaustellen, die mit gemäfsigter Geschwindigkeit durchfahren werden mufsten.

Da vorauszusehen war, dafs die Versuchszüge im Falle eines »Halt«-Signales nicht rechtzeitig zum Stehen gebracht werden würden, sind besondere Bremsversuche angestellt und die strengsten Mafsregeln für die Stations- und Strecken-Bediensteten gegeben worden, um Unfälle zu verhüten. Diese Bremsversuche führten zu dem Ergebnisse, dafs der Zug bei einer Geschwindigkeit von 130 km/St. und Abbremsung von 100 % erst nach etwa 1400 m Bremsweg zum Stehen kam.

Zusammenstellung V.

Fahrplan

für einen Versuchszug mit Schnellzug-Lokomotiven und 5 oder 10 vierachsigen Personenwagen von Hannover nach Spandau H und zurück.

Gültig am 30. Mai und an noch weiteren Tagen 1904.

Grundgeschwindigkeit 140 bis 100 km/St. — Stärke des Zuges etwa 20 und 40 Achsen.

1. Entfernung km	2. Stationen	3. Fahrzeit M.	4. Abfahrt St.	4. Abfahrt M.	5. Aufenthalt M.	6. Bei Anwendung der Höchstgeschwindigkeit St.	6. M.	7. Kreuzung mit Zug	8. Überholung des Zuges	9. Überholung durch Zug	10. Kürzeste Fahrzeit M.	10. M.	11. Es sind von 100 Wagenachsen zu bremsen	12. Bemerkungen
			a			b								
	1. Hinfahrt.													
	Hannover P		9	25		9	25							
8,6	Missburg		9	33		9	33				8		73 (100)	
7,5	Lehrte P		9	38½		9	38½				5½		67 (100)	Gz. 7505 wartet in Lehrte G.
8,1	Immensen-Arpke		9	43½		9	42¼				3¾		100 (100)	
7,2	Dollbergen		9	48		9	45¼	6213			3		"	Bedarfszug 6213 mufs in Dollbergen warten, wenn er verkehrt.
4,2	Dedenhausen		9	50½		9	47				1¾		"	
6,0	Meinersen		9	54		9	49½	7207			2½		"	Gz. 7207 mufs in Meinersen warten.
7,4	Leiferde		9	58½		9	52¼				2¾		"	
8,0	Isenbüttel		10	3½		9	55¾	6245			3½			Bedarfszug 6245 ebenso in Isenbüttel.
12,7	Fallersleben		10	11½		10	1½	6885			5¾		"	" 6885 in Fallersleben.
9,1	Vorsfelde	100	10	17		10	5½				4	87½	"	
9,3	Oebisfelde		10	23		10	11½				6		73 (100)	
9,7	Miesterhorst		10	29		10	17½				6		"	
6,2	Mieste		10	33		10	21½				4		"	
6,2	Solpke		10	37		10	25½				4		"	
7,8	Gardelegen		10	42		10	30½				5		"	
6,1	Jävenitz		10	47		10	34½	7209			4		"	Gz. 7209 in Jävenitz warten.
7,2	Uchtspringe		10	52		10	39½				5		"	
6,3	Vinzelberg		10	56		10	43½				4		"	
5,8	Gr. Möhringen		10	59½		10	47	7147			3½		"	Gz. 7147 wartet in Grofs-Möhringen.
6,9	Stendal . Ankunft	11,05	11	18	Ank.	$10^{52\frac{1}{2}}$	11^{18}				5½		"	
8,0	Hämerten		11	24½		11	24½				6½		"	
4,8	Schönhausen		11	28½		11	28½	207			4		"	Pz. 207 mufs in Schönhausen warten.
5,7	Schönhäuser-Damm		11	31½		11	31				2½		100 (100)	
7,3	Gr. Wudicke		11	36		11	34¼	6211			3¼		"	Gz. 6211 wartet in Gross-Wudicke.
8,5	Rathenow		11	41½		11	38	6225			3¾		"	Gz. 6225 wartet in Rathenow.
5,6	Bamme		11	45		11	40½				2½		"	
4,8	Nennhausen		11	48		11	42½	6730			2		"	Gz. 6730 wartet in Nennhausen.
8,0	Buschow		11	53		11	45¾				3¼		"	
8,9	Gr. Behnitz		11	58½	.	11	50				4¼		100 (100)	
8,2	Neugarten	63½	12	04		11	55½				5½		73 (100)	
4,9	Wustermark		12	07		11	58½				3	55½	"	
8,1	Dallgow-Döberitz		12	12		12^{04} bis 12^{08}					5½		"	Aufenthalt von 4 Min. Döberitz bei Ank. 12^{04} ist wegen Einhaltung des Abstandes vom Zug 296 erforderlich.
5,6	Staaken		12	15½		12	15				3½		"	
4,8	Spandau H Ankunft	$12^{21\frac{1}{2}}$	nachm.			12	21				6		"	

1. Entfernung km	2. Stationen	3. Fahrzeit M.	4. Abfahrt St.	M.	5. Aufenthalt M.	6. Bei Anwendung der Höchstgeschwindigkeit St.	M.	7. Kreuzung mit Zug	8. Überholung des Zuges	9. durch Zug	10. Kürzeste Fahrzeit M.	M.	11. Es sind von 100 Wagenachsen zu bremsen	12. Bemerkungen
				a			b							
	2. Rückfahrt													
	Spandau H	Nchm.	3	29		3	29							
4,8	Staaken		3	35		3	35				6		73 (100)	
5,6	Dallgow-Döberitz		3	38½		3	38½				3½		„	
8,1	Wustermark		3	43½		3	43½	6212			5		„	Bedarfszug 6212 mufs in Wustermark warten.
4,9	Neugarten		3	47		3	47				3½		„	
8,2	Gr. Lehnitz		3	52		3	52				5		„	
8,9	Buschow		3	57½		3	56				4		100 (100)	
8,0	Nennhausen	66	4	2½		3	59½				3½	55	„	
4,8	Bamme		4	5½		4	1½				2		„	
5,6	Rathenow		4	09		4	04	224 6236			2½		„	Pz. 224 mufs in Rathenow warten.
8,5	Gr. Wudicke		4	14½		4	7¾				3¾		„	
7,3	Schönhäuser-Damm		4	19		4	11	6214			3¼		„	Gz. 6214 ebenso in Schönh.-Damm.
5,7	Schönhausen		4	22½		4	13½	7216			2½		„	
4,8	Hämerten		4	26½		4	18½				5		73 (100)	
8,0	Stendal Ankunft	4^{33}	4	58	Ank.	4^{24}	4^{53}				5½			
6,9	Gr. Möhringen		5	3½		5	3½				5½		„	
5,8	Vinzelberg		5	7½		5	7½				4		„	
6,3	Uchtspringe		5	11½		5	11½				4		„	
7,2	Jävenitz		5	16		5	16				4½		„	
6,1	Gardelegen		5	20		5	20				4		„	
7,8	Solpke		5	25		5	25				5		„	
6,2	Mieste		5	29		5	29	6224			4		„	Gz. 6224 mufs in Mieste warten.
6,2	Miesterhorst		5	33		5	33				4		„	
4,7	Oebisfelde		5	39		5	39	6222			6		„	Bedarfszug 6222 desgl. in Oebisfelde.
9,3	Vorsfelde		5	44½		5	44½		7214		5½		„	Gz. 7214 mufs in Vorsfelde warten.
9,1	Fallersleben		5	49		5	48½				4		100 (100)	
12,7	Isenbüttel		5	57		5	54½		6242 6112		6		„	Züge 6252 u. 6112 ebenso in Isenbüttel.
8,0	Leiferde		6	02		5	57½				3		„	
7,4	Meinersen		6	6½		6	0½				3	88	„	
6,0	Dedenhausen		6	10½		6	3¼				2¾		„	
4,2	Dollbergen		6	13		6	05		7224		1¾		„	Gz. 7224 ebenso in Dollbergen.
7,2	Immensen-Arpke		6	17½		6	8¼				3¼		„	
8,1	Lehrte P		6	23		6	12		6004		3¾		67 (100)	Bedarfszug 7669, Eilg.Z. 6016 u. Eilg.Z. 6024 müssen vor Lehrte warten.
7,5	Misburg		6	29½		6	18½		242 W		6½		73 (100)	Zug 242 W. wartet in Misburg, wenn Versuchszug 6^{12} durch Lehrte fährt. Bei späterer Durchf. in Lehrte folgt Versuchszug dem Zuge 242 in Abstand.
8,6	Hannover Ankunft	6^{37}	nachm.			6	26				7½			

Bemerkungen zu Zusammenstellung V.

1. Die Versuche werden mit 5 und 10 vierachsigen Personenwagen ausgeführt.
2. Die Lokomotive wird jedesmal von der Betriebswerkmeisterei Hannover gestellt.
Betriebswerkmeisterei Stendal stellt zwischen Stendal und Spandau H einen streckenkundigen Führer.
3. Station Hannover hat die erforderliche Begleitmannschaft zu stellen.
4. Die in Spalte 6 vorstehend angegebenen Zeiten bezeichnen annähernd denjenigen Fahrplan, nach welchem bei Anwendung der kürzesten Fahrzeit die Durchfahrt oder Ankunft auf den Stationen erfolgen kann.
5. Die Bahnmeister haben hiernach die Streckenwärter zu unterweisen und sofort nach Durchfahrt des Versuchszuges die Strecke zu untersuchen. Erforderlichen Falles sind, wenn Schäden vorhanden sind, Halt- oder Langsamfahr-Signale auszustellen und die Schäden schleunigst zu beseitigen. Nach Bedarf ist die Streckenbesetzung zu verstärken.
6. Die Stationen haben für die zu erwartende frühere Ankunft und Durchfahrt des Sonderzuges die erforderlichen Anordnungen zu treffen, damit die ungehinderte Durch- oder Ein-Fahrt des Versuchs-Sonderzuges gesichert ist. Zu dem Zwecke haben die Stationen jede Abweichung vom Fahrplane, also eine frühere oder spätere Ab- oder Durch-Fahrt des Sonderzuges von Station zu Station vorzumelden, damit jede Station über die Fahrzeiten des Sonderzuges rechtzeitig verständigt ist und etwa verspätete Güterzüge zurückgehalten werden können.
7. Damit letzteres mit Sicherheit erfolgen kann, haben aufserdem noch die Durchfahrt des Sonderzuges wie folgt zu melden:
   a. auf der Hinfahrt die Station Isenbüttel an Oebisfelde, Station Oebisfelde an Gardelegen, Station Gardelegen an Stendal, Station Stendal an Schönhausen und Rathenow, Station Rathenow an Station Dallgow-Döberitz und Spandau H;
   b. auf der Rückfahrt die Station Gr. Behnitz an Bamme, Rathenow und Stendal, Station Stendal an Gardelegen, Station Gardelegen an Oebisfelde, Station Oebisfelde an Isenbüttel, Station Isenbüttel an Lehrte P., und Station Lehrte P. an Misburg und Hannover.
8. Die Güterzüge haben die im vorstehenden Fahrplane angegebenen Überholungen auf den betreffenden Stationen auch dann abzuwarten, wenn der Sonderzug später verkehren sollte.
9. Die Besatzungen der von dem Sonderzuge zu überholenden Züge sind auf das Verkehren des Sonderzuges durch die betreffende Vorstation schriftlich aufmerksam zu machen.
10. Die Stationen Hannover, Isenbüttel, Oebisfelde, Gardelegen, Stendal, Schönhausen, Rathenow, Dallgow und Spandau H, sowie die Betriebswerkmeistereien Hannover und Stendal haben den Empfang dieses Fahrplanes dem Betriebsbüreau 7 sofort telegraphisch zu bestätigen.

Der Wagenzug bestand aus vierachsigen AB-, ABC- und C-Wagen, die vorschriftsmäfsig und sorgfältig geschmiert und gekuppelt wurden.

Als Heizstoff wurde gewählt: halb und halb Prefskohlen der Zeche Franziska und stückreiche Förderkohle derselben Zeche und der Zeche Minister Stein.

Die Lokomotivmannschaft, die bei dem zu anstrengenden Dienste leider gewechselt werden mufste, wurde beauftragt, möglichst genau den vorgeschriebenen Kesseldruck und den Wasserstand im Kessel zu halten, sowie bei möglichst ganz geöffnetem Regler die Steuerung nur soweit vorzulegen, wie dies der höchsten Dampfentwickelung entspricht, die durch das geschickteste Feuern anzustreben war. Leider zeigten sich hierbei die Mannschaften nicht vollständig gleichwertig.

Während der Fahrt sind von Minute zu Minute unter Benutzung der in den Zusammenstellungen VI und VII beigegebenen Vordrucke alle nötigen Beobachtungen und Messungen aufgezeichnet worden.

In Zusammenstellung VI bezeichnen:

- p den Überdruck des Dampfes im Kessel in at,
- p_1 im Hochdruckschieberkasten in at,
- p_r im Verbinder in at,
- ε den Füllungsgrad im Hochdruckzylinder in $^0/_0$ des Kolbenhubes,
- ε' im Niederdruckzylinder,
- v die Geschwindigkeit in km/St.,
- φ die Saugwirkung in der Rauchkammer in cm Wassersäule.

In der Spalte Bemerkungen bezeichnet:

- W den Wasserstand im Kessel in mm über dem Nullpunkte,
- R die Stellung des Reglers,
- i das Anstellen einer Strahlpumpe,
- KSpr. das der Kohlenspritze.

Ferner wurde die Wärme der Luft und des Speisewassers, besonders aber Stärke und Rückgang des Windes angemerkt, letztere nach der sechsteiligen **Beaufort-Teilung**, auf Grund folgender Wahrnehmungen:

Nr. 0 bezeichnet den Zustand, bei dem der Rauch senkrecht in die Höhe steigt,
« 1 bewegt Wimpel,
« 2 « Blätter,
« 3 « kleine Zweige,
« 4 « grofse «
« 5 « Baumstämme und
« 6 bedeutet Orkan mit zerstörenden Wirkungen.

Es wurden überhaupt 20 Versuchsfahrten ausgeführt, 17 mit Zügen und 3 Leerfahrten. Es stellte sich nämlich heraus, dafs allerdings die vorgeschriebenen Fahrpläne hinsichtlich der ganzen Fahrzeit sicher eingehalten wurden, dafs aber selbst bei der geringen Zugstärke von 20 Achsen eine Geschwindigkeit von 140 km/St. nicht erreicht werden konnte, erstens



Zusammenstellung VI.

Lok. Nr. 608. **Versuchsfahrt Nr. 12.** **Tag 7. 6. 1904.**

l = Luftpumpe. W = Wasserstand in cm.
R = Regler. k = Kohlenspritzen.
i = Strahlpumpe anstellen. r = Rauchkammerspritzen.

St.	Min.	p	p_1	p_r	ε	ε'	v	φ	Bemerkung
11	18	14,4	13,5	3,9	Abfahrt Stendal			10	W r 18
	19	„	„	„	70		—	14	i
	20	14,2	„	3,8	„		53	20	
	21	„	„	„	50		—	„	i
	22	14	„	3,6	„		68	22	W 16
	23	„	„	„	„		79	„	l 3 Min.
	24	„	„	„	„		86	24	i r
	25	„	„	3,4	45		88	22	W 14
	26	„	„	3,2	40		90	19	i i r
	27	„	Elbbrücke		—		60	—	R zu
	28	13	—	—	—		70	—	R auf
	29	13,5	12,6	3,0	40		83	19	i k r
	30	14	13	3,1	„		96	20	l 4 Min.
	31	„	„	„	„		100	„	i r
	32	„	„	„	„		102	„	i
	33	„	„	„	„		103	„	i W 13
	34	„	„	„	35		96	19	i W 12
	35	„	„	2,6	„		99	„	
	36	„	„	„	„		98	„	i r k
	37	„	„	„	„		101	„	i
	38	„	„	2,9	40		103	21	W 10
	39	„	„	„	„		109	„	i r
	40	„	„	„	„		110	„	l 1 Min.
	41	„	„	„	„		110	25	i
	42	14,2	13,1	3,2	42		108	„	i r W 11
	43	„	„	„	„		110	„	
	44	„	„	„	„		111	28	
	45	14	13	3,5	45		109	26	i
	46	„	„	„	„		108	25	i r k
	47	„	„	„	„		104	„	l 1 Min.
	48	„	„	„	—		115	23	
	49	„	„	„	—		110	„	i

St	Min.	p	p_1	p_r	ε	ε'	v	φ	Bemerkung
11	50	14	13	3,2	40		110	22	W 9
	51	„	„	„	„		112	„	
	52	„	„	„	„		104	„	
	53	„	„	3,0	„		100	12	i r
	54	„	„	„	„		97	„	
	55	„	„	„	35		95	„	i
	56	13,5	12,5	2,7	„		99	„	i r
	57	13,2	12	„	„		97	10	W 7
	58	„	„	„	„		„	„	i
	59	„	„	2,9	„		98	„	
12	0	„	„	„	„		100	„	
	1	12,5	11,6	„	„		97	„	i W 3
	2	„	„	2,6	„		96	„	
	3	„	„	„	„		90	„	i r
	4	„	„	„	„		94	„	
	5	„	„	„	„		96	„	i
	6	13	12	2,9	35		90	12	i W 9 r
	7	„	„	„	„		89	13	
	8	„	„	„	„		92	„	
	9	14	13	3,1	„		95	„	i W 3
	10	„	„	„	„		98	„	
	11	„	„	3,2	40		100	15	i r
	12	„	„	„	„		93	„	l 1 M.
	13	„	„	„	48		100	17	i r
	14	13	12	3,5	52		103	19	W 1
	15	12	11	„	„		105	„	R zu
	16	11	—	—	—		—	—	i i
	17	„	—	—	—		—	—	l 2 M.
	18	„	—	—	—		—	—	
	19	„	—	—	—		—	—	
	20	11,5	—	an Spandau			—	—	W 5

Zusammenstellung VII.

Fahrt Nr. 12. **Strecke: Stendal—Spandau.** **Tag 7. 6. 04.**

Achsen: 40 = 317,92 t.

Durchfahrt der Stationen besonders vermerkt.

Wasserstand:	in Stendal	in Spandau
Im Tender:	1380 mm	610 mm
Im Kessel:	180 „	50 „

Wasserbrauch: 9845 kg.

$\varepsilon = 43$; $\varepsilon' = -$; $p = 14$.
$p_1 = 13$; $p_r = 3{,}3$; $v = 110$.
$\varphi = 26$; $\varepsilon v = 4730$.

Beharrungszustand: 43. 110.

Wärme: Luft 20° C. Wasser 18° C.

Wetter: NW. Nr. 3.

Feuertiefe: in Stendal 45 cm; in Spandau 20 cm.
Kohlenverbrauch zum Anheizen . . . . . . 750 kg
auf der Fahrt . . . . 3250 „

Asche: 7 Körbe = 320 kg.
Lösche: 14 „ = 460 „

Gepumpt	= 32 mal,
Rauchkammerspritze	= 14 „
Rostspritze	= 3 „
Öler	66 Min.,
Luftpumpe	12 „
Schlabberwasser	190 l
Abblasen	—
Dampfnässe	—
Blashahn	—
Thalfahrt	—

Bemerkungen.

Kohlenverbrauch:

Zum Anheizen und Zurechtmachen	750 kg Prefskohlen
Vorrat für die Fahrt	1500 „ „
	2250 „ Förderkohlen
Rest in Berlin	500 „ „
Verbrauch auf der Fahrt	3250 kg

Schmiermittel-Verbrauch:

a) Mineralöl:

Zum Füllen der Schmiergefäfse . . .	8 kg,
Vorrat für die Fahrt.	10 „
Rest in Hannover	3 „
Verbrauch für die Fahrt 12 und 13 .	15 kg.

b) Mischöl:

Zum Füllen der Schmiergefäfse . . .	4 kg.
Vorrat für die Fahrt	4 „
Rest in Hannover	0 „
Verbrauch für die Fahrt 12 und 13	. 8 kg

weil die auf einander folgenden Fahrbeschränkungen bei den ungenügenden Lokomotivkräften dies verhinderten, dann weil die Versuchs-Lokomotiven, mit Ausnahme der hannoverschen, schon bei etwa 120 km/St. anfingen, unruhig zu gehen.

Da also ein Vergleich zwischen den drei Lokomotivbauarten bei diesen hohen Geschwindigkeiten überhaupt nicht angestellt werden konnte, so wurden die Versuche mit noch geringerer Zugstärke nicht wiederholt, sondern auf drei Leerfahrten beschränkt, über deren Ausfall im folgenden ebenfalls berichtet werden wird.

Auf Grund der Versuche stellte sich ferner durch Rechnung heraus, dafs auch die hannoversche Lokomotive höchstens 2 Wagen mit 140 km/St. hätte befördern können.

V. Ergebnisse der Versuchsfahrten.

Von den oben erwähnten 17 Versuchsfahrten müssen einige vom Vergleiche ausgeschlossen werden.

Zuerst ist zu berichten, dafs der Aufenthalt in Spandau zwischen der Hin- und Rückfahrt öfter nicht zur Instandsetzung der Lokomotiven ausreichte, und da ferner die Rückfahrten auch noch durch die Umbaustellen beeinträchtigt wurden und bei der Lokomotive Nr. 58 zwei solche durch Ausschmelzen eines Kurbelstangenlagers und durch Bruch eines Steuerungsteiles gestört wurden, so haben wir die Rückfahrten aufser Acht gelassen und nur die Hinfahrten in Vergleich gestellt. Aber auch von diesen fallen einige aus, nämlich die Nr. 1 der hannoverschen Lokomotive Nr. 601, die nicht im guten Zustande war, und da bei dieser ersten Fahrt auch der Heizstoff nicht genügte, so mufste für die folgenden Fahrten eine andere Lokomotive derselben Bauart und der oben näher bezeichnete Heizstoff ausgewählt werden.

Ferner ist die Fahrt Nr. 5, weil die Rückfahrt mifslang, durch Nr. 10 wiederholt und ergänzt worden, und die Fahrt Nr. 8 der Heifsdampf-Lokomotive wurde durch Nr. 16 nach erfolgter Vergröfserung der schädlichen Räume in den Dampfzylindern wiederholt.

Hiernach blieben zur Anstellung des Vergleiches nur die folgenden Versuchsfahrten übrig:

	Versuchsnummern bei 40	20 Achsen
Lokomotive 608	Nr. 12	Nr. 14
« 58	« 3	« 10
« 6	« 6	« 8

In Zusammenstellung VIII sind trotzdem die wichtigsten Ergebnisse aller Versuchsfahrten beigefügt, während Zusammenstellung IX die besonderen Angaben über die sechs ausgewählten Vergleichsfahrten enthält, sich daher nur auf diese bezieht.

Die Wirkungen der Fahrbeschränkungen wurden aus den besonders angestellten Bremsversuchen und den bei allen Fahrten beobachteten Beschleunigungen durch Rechnung tunlichst genau ermittelt. Hierbei sind jedoch nur die ungleich aufgetretenen, aufsergewöhnlichen Fahrbeschränkungen berücksichtigt und die nach den Fahrplanvorschriften gleichmäfsig zu beachtenden vernachlässigt worden.

Der Zeitverlust durch Langsamfahren auf einer bestimmten Strecke wird herbeigeführt durch eine Verzögerung, eine Beschleunigung und unter Umständen eine dazwischen liegende ermäfsigte Geschwindigkeit.

Werden die fahrplanmäfsigen Zeiten mit lateinischen und die wirklichen mit deutschen Buchstaben bezeichnet, so ist der ganze zu ermittelnde Zeitverlust

$$\mathfrak{t} - t = \Sigma\mathfrak{t} - \Sigma t = \mathfrak{t}_1 + \mathfrak{t}_2 + \mathfrak{t}_3 - (t_1 + t_2 + t_3).$$

Wird nun die gleichmäfsig angenommene Verzögerung beim Bremsen mit f_1 und die Beschleunigung beim Wiederingangsetzen des Zuges mit f_2 bezeichnet, so ist bei einem Geschwindigkeitsverluste $v - v'$

$$\mathfrak{t}_1 = \frac{v - v'}{f_1} \text{ und } \mathfrak{t}_2 = \frac{v - v'}{f_2},$$

ferner

$$t_1 = \frac{v + v'}{2v} \cdot \mathfrak{t}_1 \text{ und } t_2 = \frac{v + v'}{2v} \cdot \mathfrak{t}_2$$

daher der Zeitverlust

$$\mathfrak{t}_1 - t_1 + \mathfrak{t}_2 - t_2 = \left(1 - \frac{v + v'}{2v}\right)(\mathfrak{t}_1 + \mathfrak{t}_2)$$

$$= \frac{v - v'}{v} \frac{\mathfrak{t}_1 + \mathfrak{t}_2}{2}.$$

Liegt zwischen dem Bremsen und Beschleunigen eine langsam mit gleichförmiger Geschwindigkeit v' durchfahrene Strecke, so tritt noch der Zeitverlust $\mathfrak{t}_3 - t_3 = \mathfrak{t}_3 \left(1 - \frac{v'}{v}\right)$ $= \frac{v - v'}{v} \cdot \mathfrak{t}_3$ hinzu, so dafs dann der ganze Zeitverlust

$$\mathfrak{t} - t = \frac{v - v'}{v} \left(\frac{\mathfrak{t}_1 + \mathfrak{t}_2}{2} + \mathfrak{t}_3\right)$$

beträgt.

Zusammenstellung VIII.

Erläuterungen.

Zuggewicht 40 Achsen = $317{,}92$ t.
„ 20 „ = $156{,}40$ t.
Fahrzeit nach dem Zugführerberichte einschließlich aller Aufenthalte Nr. 6.

Wasserverlust:	Strahlpumpe anstellen	1 mal = 6	kg
„	Rauchkammerspritze anstellen	1 mal = 10	„
„	Kohlenspritze anstellen	1 mal = 10	„
Dampfverlust:	Luftpumpe	1 Min. = 16	„
„	Öler	1 „ = 1,25	„

Gegenstand	Einheit																	
Zugrichtung		hin	zurück	hin	zurück	hin	hin	zurück	hin	zurück	hin	zurück	hin	zurück	hin	zurück	hin	zurück
Versuchsfahrt Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Tag		30./5.	30./5.	1./6.	1./6.	2./6.	3./6.	3./6.	4./6.	4./6.	6./6.	6./6.	7./6.	7./6.	8./6.	8./6.	10./6.	10./6.
Zugstärke	Achsen	40	40	40	40	20	40	40	20	20	20	20	40	40	20	20	20	20
Lokomotive Nr.		601	601	58	58	58	6	6	6	6	58	58	608	608	608	608	6	6
Fahrzeit einschließlich aller Aufenthalte	Min.	217	220	195	202	173	179	206	171	183	171	227	176	189	171	183	173	188
Aufenthalte	„	17	31	25	17	17	15	26	23	31	18	50	19	25	28	35	21	36
Fahrzeit ohne Aufenthalte	„	200	189	170	185	156	164	180	148	152	153	177	157	164	143	148	152	152
Durchschnittliche Geschwindigkeit nach Abzug aller Zwischenhalte	km	73,5	77,5	86	79	94	89	86	98	97	96	82	93	90	102	99	96	96
Größte erreichte Geschwindigkeit	„	95	103	112	112	128	112	110	124	125	129	116	125	109	133	128	120	122
Kohlenverbrauch zum Anheizen	kg	420	450	750	750	750	500	280	600	300	750	550	750	500	750	570	550	350
Kohlenverbrauch auf der Fahrt	„	2610	3250	3350	3350	2530	2630	3440	2800	3100	2820	2900	3250	3900	3360	3450	2950	2450
Wasserverbrauch aus dem Tender	„	24290	25220	25070	27390	20800	17350	19780	17130	16510	23120	21160	25400	28580	25000	23580	16800	15500
Wasserverbrauch aus dem Kessel	„	1364	490	455	638	660	975	1460	1250	770	576	1717	1182	1635	12700	1817	339	870
Ölverbrauch Mineralöl	„	nicht	nicht	10	10	11,5	—	—	—	—	11,5	11,5	7,5	7,5	7	7	—	—
„ Mischöl	„	ge-	ge-	3,5	3,5	3,5	5,75	5,75	8,95	8,95	3,5	3,5	4	4	3	3	8,5	8,5
„ Heißdampföl	„	messen	messen	—	—	—	0,95	0,95	1,3	1,3	—	—	—	—	—	—	1,6	1,6
Talg	„	—	—	2,0	2,0	2,5	—	—	—	—	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—
Rückstände Rauchkammer	„	366	420	405	550	350	330	510	430	660	460	420	460	600	485	700	600	650
„ Aschkasten	„	161	185	184	230	260	230	270	300	410	520	320	320	280	325	320	250	230
Wind Stärke	Nr.	3	3	2	2	0	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	4	3
„ Richtung		NO.	SO.	NW.	W.	still	SW.	SW.	NW.	NW.	SO.	NW.	NW.	W.	NO.	W.	O.	O.
Beharrungs-Zustand Füllung	%	35	45	50 u. 60	45 u. 75	40 u 75	32	30	30	30	45 u. 60	40 u. 60	42	40	40	40	30	30
„ Geschwindigkeit	km/St.	89	97,1	106	102	117	108	106	118	116	118	107	108	99	124	122	118	118
Strahlpumpe angestellt	mal	114	104	102	107	95	94	97	88	90	90	105	86	94	88	97	74	82
„ Wasserverlust	kg	680	624	612	642	570	564	582	530	540	540	630	504	550	530	582	450	490
Rauchkammerspritze	mal	13	15	13	6	11	12	10	13	11	11	16	32	29	24	31	25	29
„ Wasserverlust	kg	130	150	130	60	110	120	100	130	110	110	160	320	290	240	310	250	290
Luftpumpe	Min.	32	49	39	38	34	25	33	33	29	27	49	31	42	23	39	25	25
„ Dampfverlust	kg	510	780	630	592	540	400	524	524	460	430	780	500	680	370	630	400	400
Kohlenspritze	mal	13	7	10	16	5	7	8	11	6	9	14	7	9	6	5	11	9
„ Wasserverlust	kg	130	70	100	160	50	70	80	110	60	90	140	70	90	60	50	110	90
Öler	Min.	204	229	182	189	158	geht ohne Dampf				169	208	162	166	147	155	ohne Dampf	
„ Dampfverlust	kg	250	290	230	240	200	—	—	—	—	210	265	200	210	180	190	—	—

Ist $v' = 0$, hat also der Zug t_3 Sek. gehalten, so ist dieser Verlust

$$= \frac{t_1 + t_2}{2} + t_3.$$

Ist beispielsweise die Bremszeit $t_1 = 1$ Min., und hat der Zug $t_3 = 1$ Min. vor einem Signale gelegen und ist die Zeit der Beschleunigung $t_2 = 6$ Min., so ist der Zeitverlust

$$\frac{1+6}{2} + 1 = 4^1/_2 \text{ Minuten.}$$

Aus den Bremsversuchen ergab sich die Verzögerung

$$f_1 = \frac{v^2}{2 \,.\, 3{,}6^2 \,.\, s} = \frac{v - v'}{3{,}6 \,.\, t_1}; \text{ also } t_1 = \frac{v - v'}{3{,}6 \,.\, f_1}$$

$$f_1 \text{ war} = \frac{130^2}{2 \,.\, 3{,}6^2 \,.\, 1400} = 1{,}7 \text{ km/Sek.}$$

Die Beschleunigung

$$f_2 = \frac{v - v'}{3{,}6\, t_2} \text{ war beispielsweise bei 40 Achsen}$$

$$= \frac{100}{3{,}6 \,.\, 10} \text{ km/Min.} = \frac{100}{3{,}6 \,.\, 10 \,.\, 60} = \frac{1}{6} \text{ km/Sek.}$$

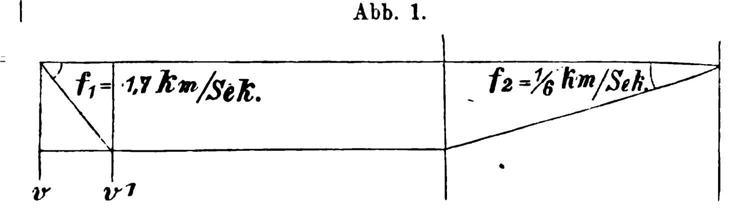
Zusammenstellung IX.

Fahrzeiten und Geschwindigkeiten der 6 Versuchsfahrten.

Nr.	Gegenstand	Zugstärke 40 Achsen			Zugstärke 20 Achsen		
1	Lokomotiv-Nr.	608	58	6	608	58	6
2	Fahrt Nr.	12	3	6	14	10	8
3	Tag	7./6.	1./7.	3./6.	8./6.	6./6.	4./6.
4	Ganze Fahrzeit einschliefslich aller Aufenthalte . Min.	176	195	179	171	171	171
5	Aufenthalt in Stendal	19	15	15	28	18	20
6	Sonstige Aufenthalte	—	10	—	—	—	3
7	Aufserdem als Zeitverlust abzuziehen	—	4	2	—	—	3
8	Zeitverluste zusammen	19	29	17	28	18	26
9	Berechnete Fahrzeit	157	166	162	143	153	145
10	Berechnete Geschwindigkeit	93	88	90	103	95	101
11	Windrichtung	NW	NW	SW	NO	SW	NW
12	Windstärke	3	2	2	2	2	2

Auf diese Weise sind die Fahrbeschränkungen in Rechnung gestellt worden; sie können auch bildlich nach Textabb. 1 ermittelt werden.

Abb. 1.



Auch die Wirkung des Windes konnte in brauchbarer Weise ermittelt werden.

Bei der Fahrt 12 mit der Lokomotive 608 am 7. Juni herrschte bei der Hinfahrt ziemlich heftiger Gegenwind, der bei der Rückfahrt anhielt und hier also nicht nachteilig war. Da die Verhältnisse beider Fahrten sonst gleich waren, auch die Strecken als solche zu betrachten sind, so bot sich hier eine Gelegenheit, den Einflufs eines Windes von dieser Stärke als Kopfwind zu beurteilen. Der Unterschied beider Fahrzeiten war $2^1/_2$ Minuten in der Stunde, also $4^0/_0$.

Zusammenstellung X.

Förderleistungen.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Lokomotive Nr. 608	58	6	608	58	6
1	Länge der Versuchstrecke	km	s			243,5			
2	Zugstärke	Achsen	n		40			20	
3	Zuggewicht	t	G		320			158	
4	Gewicht einer Achse	t	—		8,0			7,9	
5	Achskm.	—	$n\,s$		9740			4870	
6	Nutz-tkm.	—	$G\,s$		77920			38473	
7	Durchschnittliches Lokomotivdienstgewicht	t	G_1	94	103	89	94	103	89
8	Brutto-tkm.	—	$(G_1+G)s$	100809	103000	99592	61362	63554	60145

Unter laufender Nr. 24 der Zusammenstellung VIII sind diejenigen Geschwindigkeiten angegeben, die dauernd erhalten werden konnten; die erreichten höchsten Geschwindigkeiten sind in Abb. 6 und 7, Taf. XLIII und Zusammenstellung VIII ebenfalls eingetragen.

Den Wasserstand im Kessel vollständig zu erhalten, wurde nur zeitweise und nicht für die ganze Fahrt erreicht; um nun zu beurteilen, in welchem Verhältnisse die Kesselleistungen in dieser Beziehung zu einander stehen, ist der veränderliche Wasserstand im Kessel in Abb. 8 und 9, Taf. XLIII besonders dargestellt.

Über die Gangart der Versuchslokomotiven gewährten schon die 17 eigentlichen Versuchsfahrten, aber mehr noch die folgenden 3 Leerfahrten ein Urteil. Die bei diesen erreichten höchsten Geschwindigkeiten waren: bei der Lokomotive 608 = 143 km/St., bei der Lokomotive 58 = 132 km/St. und bei der Lokomotive 6 ebenfalls = 132 km/St.

Während die erste bei der höchsten Geschwindigkeit noch ganz ruhig ging, so dafs man noch weiter hätte gehen können, wurde der Geschwindigkeit bei der grafenstadener Lokomotive 58 durch zu heftiges Schlingern eine niedrigere Grenze gesetzt, was aber zum Teil dem Zustande der Lokomotive zuzuschreiben sein dürfte.

Die $^2/_4$ gekuppelte zweizylindrige Heifsdampf-Lokomotive schlingerte zwar ebenfalls wenig, sie stauchte jedoch etwas auf dem Führerstande, vielleicht wegen zu harter Tragfedern. Diese Lokomotive zeigte aber aufserdem bei Geschwindigkeiten über 115 km/St. ein auffälliges Zucken, das sich später nach Vergröfserung der schädlichen Räume noch verstärkte und sich bereits bei 100 km/St. empfindlich bemerkbar machte.

Die schlingernde Bewegung der Lokomotiven wurde durch ein auf der vordern Bufferbohle angebrachtes Schreibwerk aufgenommen. (Abb. 10, Taf. XLIV.) Diese Vorrichtung ist in Abb. 9 Taf. XLV dargestellt.

Nach diesen unmittelbar aus den Versuchen erlangten Ergebnissen sind die rechnungsmäfsigen in Zusammenstellung XI bis XIV angegeben, die mehr geeignet sind, ein vergleichendes Urteil über die wirklichen und vergleichenden Leistungen der drei Versuchslokomotiven zu geben.



Zusammenstellung XI.

Leistung der Versuchs-Lokomotiven.

a. Im Beharrungszustande.

Nr.	Gegenstand	Lokomotive Nr. / Achsenzahl	608 / 40	608 / 20	58 / 40	58 / 20	6 / 40	6 / 20
1	Geschwindigkeit	v	108	124	106	118	108	118
2	Eigenwiderstand der Lokomotive . . . kg/t	w_1	15,2	18,4	12,9	14,9	17,2	19,5
3	" " Wagen . . . "	w	7,6	9,7	7,4	8,9	7,6	8,9
4	" " Lokomotive . . . kg	$G_1 w_1$	1429	1730	1329	1535	1531	1736
5	" " Wagen . . . "	Gw	2432	1533	2368	1406	2432	1406
6	Ganzer Eigenwiderstand	$Z = G_1 w_1 + Gw$	3861	3263	3697	2941	3963	3142
7	Dampfdruckleistung	$L = \frac{Zv}{270}$	1544	1499	1451	1285	1585	1373
8	Zugkraft: Triebachslast	$\frac{Z}{A}$	1/8	1/9	1/9	1/11	1/8	1/10
9	" : Dienstgewicht	$\frac{Z}{G}$ kg/t	64	54	57	45	72	57
10	" : Heizfläche	$\frac{Z}{H}$ kg/qm	23	20	24	19	39	31
11	Leistung der Lokomotive für sich	$\frac{G_1 w_1 v}{270}$	572	795	522	671	612	759
12	" in % der ganzen Leistung	$\frac{G_1 w_1 v}{270 L} \cdot 100$	37	53	36	52	39	56
13	" des Zuges	$\frac{Gwv}{270}$	972	704	930	615	972	615
14	" in % der ganzen Leistung	$\frac{Gwv}{270 L} \cdot 100$	63	47	64	48	61	44
15	Leistung: Heizfläche	$\frac{L}{H}$ PS/qm	9,5	9,2	9,4	8,2	15,5	13,5

b. Im Durchschnitt entsprechend der mittleren Leistung.

Nr.	Gegenstand	Lokomotive Nr. / Achsenzahl	608 / 40	608 / 20	58 / 40	58 / 20	6 / 40	6 / 20
1	Geschwindigkeit	v'	95	105	91	98	93	100
2	Eigenwiderstand der Lokomotive . . . kg/t	w_1'	12,8	14,6	10,7	11,7	14,1	15,5
3	" " Wagen . . . "	w'	6,2	7,3	5,7	6,5	5,9	6,7
4	" " Lokomotive . . . kg	$Z_1 = G_1' w_1'$	1203	1372	1102	1205	1255	1380
5	" " Wagen . . . "	$Z' = G' w'$	1984	1153	1824	1027	1888	1059
6	Ganzer Eigenwiderstand	Z	3187	2525	2971	2232	3143	2439
7	Dampfdruckleistung	L_m	1121	982	1001	810	1083	903

Zusammenstellung XII.

Verbrauch an Heizstoff.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Lokomotive Nr. 608 / 40 Achsen	608 / 20 Achsen	58 / 40 Achsen	58 / 20 Achsen	6 / 40 Achsen	6 / 20 Achsen
1	Zum Anheizen	kg	K'	750	750	750	750	500	600
2	Auf der Fahrt	"	K	3250	3360	3350	2820	2630	2800
3	Rückstände im Aschkasten	"	$\mathfrak{K}$	320	185	185	520	230	300
4	" in der Rauchkammer	"	$\mathfrak{K}'$	460	405	405	460	330	430
5	$\mathfrak{K} + \mathfrak{K}'$ im Verhältnisse zu K	%	$\frac{\mathfrak{K} + \mathfrak{K}'}{K} \cdot 100$	24	18	18	35	21	26
6	K für 1 Zugkm.	kg	$\frac{K}{s}$	13,3	13,8	13,8	11,6	10,8	11,5
7	$K' + K$ für 1 Zugkm.	"	$\frac{K' + K}{s}$	16,4	16,9	16,8	14,7	12,8	14,0
8	K für 1 Stunde	"	$k = \frac{K}{t}$	1242	1410	1182	1106	962	1128
9	K für 1 Stunde und 1 qm Rostfläche	"	$\mathfrak{k} = \frac{K}{F}$	460	522	435	407	424	497
10	K " " " " " Heizfläche	"	$\mathfrak{k}_1 = \frac{K}{H}$	7,6	8,7	7,6	7,1	9,5	11,1
11	K für 1000 Achskm.	"	—	333	690	344	580	270	575
12	K für 1000 Brutto-tkm	"	—	32	53	32	43	26	45
13	K für 1000 Nutz-tkm	"	—	42	87	43	73	34	73
14	Verdampfungsziffer	kg/kg	ξ	7,8	7,5	7,1	8,2	6,6	6,2
15	K für 1 P.S.St.	kg/P.S.St.	$\varkappa = \frac{k}{L_m}$	1,11	1,44	1,18	1,37	0,89	1,25

Zusammenstellung XIII.

Verbrauch an Dampf.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Lokomotive Nr. 608		58		6	
			n =	40 Achsen	20 Achsen	40 Achsen	20 Achsen	40 Achsen	20 Achsen
1	Wasserverbrauch aus dem Tender	kg	M	25400	25000	25070	23170	17350	17139
2	„ „ „ Kessel	„	M'	1182	1270	455	576	975	1250
3	Verhältnis beider	%	$\frac{M'}{M} \cdot 100$	5	5	2	3	6	7
4	Wasserverbrauch im Ganzen: $M + M'$	kg	M_1	26582	26570	25525	23696	18325	18380
5	Tenderwasserverlust, Strahlpumpen	„	$\mathfrak{V}$	504	530	610	540	564	530
6	Verhältnis	%	$\frac{\mathfrak{V}}{M_1} \cdot 100$	2	2	2	2	3	3
7	Tenderwasserverlust, Kohlen-, Rost- und Rauchkammer-Spritze	kg	$\mathfrak{V}'$	390	300	230	200	190	240
8	Dampfverlust, Luftpumpe und Öler	„	$\mathfrak{V}''$	700	550	860	640	400	400
9	Verluste im Ganzen	„	$\Sigma\mathfrak{V}$	1594	1380	1700	1380	1154	1170
10	Verhältnis	%	$\frac{\Sigma\mathfrak{V}}{M_1} \cdot 100$	6	5	7	6	6	6
11	Wasser- und Dampfverbrauch der Maschine: $M_1 - \Sigma\mathfrak{V}$	kg	M_2	24988	24890	23825	22316	17171	17210
12	Wasser entsprechend der Dampfwärme von M'	„	$\pm 0{,}7\,M'$	827	889	319	403	683	875
13	„ „ „ „ „ $\mathfrak{V}$	„	$-0{,}7\,\mathfrak{V}'$	273	210	161	140	133	168
14	Dampfentwicklung: $M + 0{,}7\,M' - (\mathfrak{V} + 0{,}7\,\mathfrak{V}')$	„	M_3	25450	25149	24618	22843	17336	17307
15	Fahrzeit im Dampfe	Min.	t'	157	143	170	153	164	149
16	M in 1 Stunde	kg	m	9707	10490	8848	9067	6348	6898
17	M_1 „ „	„	m_1	10159	11022	9009	9292	6704	7461
18	M_2 „ „	„	m_2	9550	10443	8409	8751	6282	6930
19	M_3 „ „	„	m_3	9726	10552	8689	8958	6342	6969
20	Mittlerer Dampfüberdruck im Kessel	at.	p	14,1	14,1	13,9	13,8	11,7	11,5
21	„ „ „ Hochdruckschieberkasten	at.	p_1	13,4	13,4	12,5	13,0	8,7	7,8
22	Füllungsgrad	%	ε	39,0	36,5	43,5	41,0	32,0	30,4
23	Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande	km/Std.	v	108	124	106	118	108	118
24	Produkt $\varepsilon . v$	„	$\varepsilon . v$	4212	4524	4611	4838	3456	3540
25	Mittlere Geschwindigkeit	km/Std.	v_m	93	102	86	95	89	98
26	Berechneter Dampfverbrauch nach 25: $\frac{u \varepsilon v_m . \gamma}{1000}$	kg/Std.	m	9451	9700	8267	8861	8241	7756
27	Dampfverbrauch für 1 P. S. St.	kg	$\eta = \frac{m_2}{L_m}$	8,5	10,6	8,4	11,1	5,8	7,7
28	Mittlere Leistung: Dampfverbrauch	Ps	$\frac{1}{\eta} = \frac{L_m}{m_2}$	0,117	0,094	0,119	0,093	0,172	0,138
29	Dampfentwicklung für 1 qm Heizfläche	kg	$\frac{m_3}{H}$	60	65	56	58	62	68
30	Saugwirkung in Wassersäule	cm	φ	25	30	17	18	12,5	14,5
31	Dampfentwicklung: Heizfläche × Saugwirkung	kg	$\frac{m_3}{H . \varphi}$	2,4	2,2	3,3	3,2	5,0	4,7
32	Wärme-Wirkungsgrad $\frac{A\,L_m . 60 . 60 . 75}{M_3 (\lambda - q)}$	%	—	12	9	12	9	14	12
33	Ganzer thermodynamischer Wirkungsgrad, Ausnutzung der Verbrennungswärme $\frac{\lambda . 60 . 60 . 75}{\frac{\eta}{\xi} . \zeta}$	1 :	—	13,5	17,5	14,5	17,0	11,0	16,0
34	M_1 für 1 Zugkm	„	$\frac{M_1}{s}$	109	108	105	91	75	76
35	„ „ 1 Achskm. mit Lokomotive	„	$\frac{M_1}{(n_1 + n)s}$	2,4	4,3	2,3	3,9	1,6	3,1
36	„ „ 1 „ ohne „	„	$\frac{M_1}{ns}$	2,7	5,4	2,6	4,9	1,9	3,8
37	„ „ 1000 Brutto-tkm mit Lokomotive	„	$\frac{M_1}{(G_1 + G)s}$	264	428	248	373	184	306
38	„ „ 1000 Netto-tkm ohne Lokomotive	„	$\frac{M_1}{Gs}$	341	683	328	616	235	478

Zusammenstellung XIV.

Verbrauch an Schmiermitteln.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Lokomotive Nr. 680, 40 Achsen	680, 20 Achsen	58, 40 Achsen	58, 20 Achsen	6, 40 Achsen	6, 20 Achsen
	Schmiermittel:							
1	für die Teile die nicht im Dampfe gehen, Öl und Talg	kg	7,5	7,0	12,0	13,5	5,75	8,95
2	für die im Dampfe gehenden Teile	„	4,0	3,0	3,5	3,5	—	—
3	Heissdampföl	„	—	—	—	—	0,95	1,30
4	1 bis 3 zusammen	„	11,5	10,0	15,5	17,0	6,70	10,25
5	Nr. 1 für 1000 Lokomotivkm.	„	30,75	28,7	49,2	55,4	24,0	36,7
6	„ 2 „ „ „	„	16,40	12,3	14,4	14,4	—	—
7	„ 3 „ „ „	„	—	—	—	—	3,9	5,3
8	5 bis 7 zusammen	„	47,2	41,0	63,6	69,8	27,9	42,0
9	Nr. 4 in 1 Stunde	„	4,4	4,2	5,5	6,7	2,5	4,1
10	Nr. 4 für 1 P. S. St.	gr/PSSt	3,9	4,3	5,5	8,3	2,3	4,5

VI. Berechnung der Zugkraft und Leistung der Lokomotiven.

Ohne Aufnahme von Dampfdruck-Schaulinien kann dies nur durch die Eigenwiderstände geschehen. Wir glaubten uns indes in diesem Falle nicht mit den bisher bekannten und selbst aufgestellten Widerstandsformeln begnügen zu sollen, sondern haben durch besondere Ablaufversuche die Eigenwiderstände der Versuchslokomotiven und Wagen ermittelt. Die hierbei erlangten Ablauf- und Widerstandskurven sind in Abb. 11 und 12, Taf. XLIV dargestellt.

Die Wagenwiderstände mufsten mit einer andern Lokomotive, Nr. 507. Altona, ermittelt werden, die zu besonderen Versuchszweken mit den nötigen Vorrichtungen bereits versehen war. Hierbei ist also zugleich der Eigenwiderstand dieser $^2/_4$ gekuppelten, vierzylindrigen Lokomotive grafenstadener Bauart ermittelt und ebenfalls in Abb. 11 und 12, Taf. XLIV dargestellt worden.

Hieraus konnten nun die Dampfdruck-Zugkräfte $Z = G_1 w_1 + G\,w$ kg und die Dampfdruck-Leistungen

$$L = \frac{Z \,.\, v \,.\, 1000}{60 \,.\, 60 \,.\, 75} = \frac{Z \,.\, v}{270}\ \text{PS.}$$

ermittelt werden.

Durch diese Versuchsfahrten mit zwei verschiedenen Zugstärken auf derselben Strecke können allerdings auch nur zwei Werte der Lokomotivleistung gefunden werden, was indes zum Vergleiche genügt. Es soll aber versucht werden, in Ermangelung weiterer Versuchsfahrten, die sehr umständlich, zeitraubend und kostspielig sind, hieraus auch die Leistungen für alle möglichen Geschwindigkeiten und Steigungsverhältnisse herzuleiten, um so tunlichst schon jetzt die für den Betriebsdienst erforderlichen Lokomotiv-Leistungslisten und die der Lokomotivkraft entsprechenden Fahrpläne entwerfen zu können.

Aus den zahlreichen Versuchen des Verfassers hat sich ergeben, dafs die Dampfentwickelung bei Zwillingslokomotiven innerhalb gewisser Grenzen in geradem Verhältnisse zur Saugwirkung φ in der Rauchkammer und diese wieder zum Füllungsgrade ε und der Zuggeschwindigkeit v, also auch zum Produkte $\varepsilon v = a$ steht. Es stellte sich ferner heraus, dafs die Saugwirkung, also auch εv bei den gröfsten Lokomotivleistungen unveränderlich sind, so dafs für jede Geschwindigkeit der zugehörige Füllungsgrad $\varepsilon = \frac{a}{v}$ sofort festgestellt werden kann. Daher kann auch der Dampfverbrauch

$$M = \frac{2 \,.\, \pi (d^m)^2}{4} \,.\, \frac{\varepsilon}{100} \,.\, \frac{2h \,.\, v \,.\, 1000\,\gamma}{\pi D}$$

$$= 10 \,.\, \frac{(d^m)^2\, h}{D} \,.\, \varepsilon v \gamma$$

als unveränderlich angesehen werden.

Ferner konnte aus vielen Hunderten von Dampfdruck-Schaulinien für die mittlere wirkliche Dampfspannung in den Zylindern bei den gröfsten Leistungen der Lokomotiven eine allgemein gültige Formel aufgestellt werden.*)

Bezeichnen $p + 1$ die Dampfspannung im Kessel, $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ Festwerte, so ist der mittlere Druck in den Zylindern

$$p_m = \frac{p+1}{100}\left(\mathfrak{a} - \frac{\mathfrak{b}}{\varepsilon} + \frac{\mathfrak{c}}{\varepsilon^2}\right).$$

Da nun $\varepsilon v = a$ unveränderlich ist, so wird

$$p_m = \frac{p+1}{100}\left(\mathfrak{a} - \frac{\mathfrak{b}}{a} \,.\, v + \frac{\mathfrak{c}}{a^2} \,.\, v^2\right).$$

und die Dampfdruck-Zugkraft

$$Z = 2 \,.\, \pi \,.\, \frac{(100 d^m)^2}{4} \,.\, \frac{2\,h}{\pi D} \,.\, p_m$$

$$= 100^2 \,.\, \frac{(d^m)^2\, h}{D}\, \frac{p+1}{100}\left(\mathfrak{a} - \frac{\mathfrak{b}\, v}{a} + \frac{\mathfrak{c}\, v^2}{a^2}\right)$$

erhält einen Ausdruck von der Form $A - Bv + Cv^2$, der durch eine Parabel dargestellt werden kann.

Die Berechnung ist jedoch bei Verbundmaschinen nicht mehr zutreffend. Hier wächst die Saugwirkung, daher auch die Dampfentwicklung geradlinig mit der Geschwindigkeit, so dafs für M ein Ausdruck von der Form $a + bv$ gesetzt werden kann; ferner ist auch p_m geradlinig abhängig vom Füllungsgrade

$$= \frac{p+1}{100}(\alpha + \beta\, \varepsilon).$$

*) Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses 1895, S. 72.

Hieraus folgt:

$$M = \frac{\pi (d^m)^2}{4} \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{2\,h \cdot v \cdot 1000 \cdot \gamma}{\pi D} = 5 \cdot \frac{(d^m)^2\,h}{D} \cdot \varepsilon v \gamma,$$

so dafs hier $\varepsilon v = \frac{a + bv}{5\,u\,\gamma}$, wenn die in allen Formeln vorkommende Gröfse $\frac{(d^m)^2\,h}{D}$ wieder mit u bezeichnet wird.

Hieraus folgt die Zugkraft

$$Z = 100^2 \cdot u \cdot \frac{p+1}{100} (\alpha + \beta \varepsilon)$$

$$= 100 \cdot u\,(p+1) \left(\alpha + \beta \cdot \frac{a + bv}{5\,u\,\gamma\,v}\right),$$

also ein Ausdruck von der Form $A + \frac{B}{v}$, der durch eine gleichseitige Hyperbel gekennzeichnet ist.

Hiernach kann also tatsächlich die Lokomotivleistung aus zwei Versuchen ermittelt werden.

Zum Beispiel war für die hannoversche Versuchslokomotive Nr. 608:

1. für 40 Achsen Z = 3861 kg bei 108 km/St.
2. « 20 « Z = 3263 « « 124 «

Man erhält daher zwei Gleichungen

$$A + \frac{B}{108} = 3861 \text{ und}$$

$$A + \frac{B}{124} = 3263$$

zur Bestimmung der beiden unbekannten Werte A und B. Die gesuchte Formel lautet daher

$$Z = -770 + \frac{500\,000}{v},$$

aus der nun nicht nur die Dampfdruck-Leistung

$$L = \frac{Zv}{270},$$

sondern auch für jede Steigung und Geschwindigkeit die zu befördernde Zuglast festgestellt werden kann, wie in Abb. 13, Taf. XLIV, in der die betreffenden Formeln aufgetragen sind.

Hieraus folgt beispielsweise, dafs diese Bauart nur für Geschwindigkeiten über 73 km/St., also nicht für stärkere Steigungen, als etwa 1 : 100 geeignet erscheint. Auf dieser Steigung leistet sie an der Reibungsgrenze noch 303 t = 38 Achsen zu 8 t bei 73 km/St. Geschwindigkeit. Auf der Wagerechten vermag sie aber bei 140 km/St. nur 66 t, also 8 Achsen oder zwei vierachsige Wagen zu befördern, und bei 156 km/St. hört jede Nutzleistung auf.

In Abb. 13, Taf. XLIV sind die Leistungen so übersichtlich dargestellt, dafs man darüber ein klares Bild erhält; so stellt die Fläche O A B O die Nutzleistung vor. Die Punkte B, C und D entsprechen dem Nullwert der Nutzleistung, liegen daher auf derselben Höhenlinie für v = 156 km/St., senkrecht über einander.

Soll nun eine Lokomotive entworfen werden, die nicht nur 20 Achsen, wie die drei Versuchslokomotiven, sondern 30 Achsen bei 120 km/St. Geschwindigkeit befördern kann, da ein solcher Lokomotivdienst voraussichtlich erst bei dieser Zugstärke wirtschaftlich wird, so kann diese Aufgabe jetzt gelöst werden. Die Zugkraft, die dann die Lokomotive zu entwickeln hätte, ist

$$Z = G_1\,w_1 + G\,w,$$

$$= G_1\,(a_1 + b_1\,v + c_1\,v^2) + G\,(a + bv + cv^2),$$

$$= 94\left(2{,}7 + \frac{120}{24} + \frac{120^2}{1454}\right)$$

$$+ 30 \cdot 8\left(0{,}6 + \frac{120}{90} + \frac{120^2}{2000}\right),$$

$$= 94 \cdot 17{,}6 + 240 \cdot 9{,}1 = 1654 + 2184,$$

$$= 3838 \text{ kg}.$$

Diese würde bei denselben Abmessungen der Maschine einen mittlern wirklichen Dampfdruck ergeben von

$$p_m = \frac{3838}{100^2\,u} = 9{,}8 \text{ at}.$$

Nun sind aber aus den Versuchen zwei Werte bekannt:

1. bei 40 Achsen $= \frac{3861}{393} = 9{,}8$ at für $\varepsilon = 39\,\%$ und
2. bei 20 Achsen $= \frac{3263}{393} = 8{,}3$ at für $\varepsilon = 36{,}5\,\%$.

Hieraus ergibt sich die Formel für

$$p_m = \frac{p+1}{100}(-96 + 4{,}2\,\varepsilon);$$

daher mufs der Füllungsgrad für $p_m = 9{,}8$, wie bei dem 40 Achsen starken Zuge der Lokomotive 608 ebenfalls = 39 % werden und die Dampfentwickelung

$$M = \frac{10 \cdot 393 \cdot 39 \cdot 120 \cdot 7{,}1}{100^2} = 13{,}1 \text{ cbm/St.}$$

Die Heizfläche der Lokomotive müfste daher um

$$\left(\frac{39{,}0}{36{,}5} \cdot \frac{120}{102} - 1\right) 100 = 26\,\%$$

= 0,26 . 163 = 42 qm, also auf 1,26 . 163 = 205 qm erhöht werden.

Die Lokomotiven der französischen Nordbahn leisten dies tatsächlich bei den fahrplanmäfsigen »trains rapides« und *L*-Zügen zwischen Paris und Calais. Die Heizfläche dieser Lokomotiven ist 215 qm mit S e r v e - Rohren bei 16 at Dampfspannung und einem Durchmesser der Triebräder von 2040 mm.

VII. Beurteilung.

In diesem letzten Abschnitte sollen die Versuchslokomotiven zur endgültigen Beurteilung mit einander verglichen und zugleich soll versucht werden, aus den Ergebnissen einige lokomotivtechnische Lehren zu ziehen.

A. Vergleich zwischen den drei Versuchsbauarten.

a) Die Leistung.

Diese und die folgenden Vergleiche sollen so durchgeführt werden, dafs die zur hannoverschen Bauart gehörigen Werte wieder = 1 gesetzt, und die anderen beiden durch entsprechende Verhältnisziffern gekennzeichnet werden.

Nach Zusammenstellung XI ist für 40 Achsen:

1. Die Dampfdruck-Zugkraft der

Lokomotive	608	58	6
Z =	1	— 4	+ 2 %.

Diese Ziffern sind jedoch nach der Stärke der Bauart zu berichtigen, wozu bezüglich der Maschine das Produkt

$$u\ (p+1) = \frac{(d^m)^2 h}{D}\ (p+1)$$

und mit Bezug auf die Dampfbildung, des Füllungsgrades und des mittlern wirklichen Dampfdruckes p_m im Zylinder, der Kessel oder seine Heizfläche den Mafsstab bildet. Daher können die Werte von

$$u\ (p+1)\ H$$

annähernd beim Vergleiche zu Grunde gelegt werden, die in folgendem Verhältnisse zueinander stehen:

bei Lokomotive	608	58	6
	1	— 9	+ 18 %.
Die endgültigen Werte sind daher Z =	1	+ 5	— 16 «

Die verhältnismäfsig geringe Leistung der Heifsdampf-Lokomotive ist in den Zylindermafsen begründet, die indes nur dann zur vollen Geltung kommen, wenn die dazu passende Heizfläche vorhanden ist. Die Füllungsgrade waren zwar bei den Versuchsfahrten immer noch ganz erheblich, aber nur bei starker Drosselung des Dampfes, da die Heizfläche zur Füllung der Zylinder mit höher gespanntem Dampfe nicht ausreicht. Das ungewöhnliche Verhältnis geht aus den Werten von

$\frac{H}{100^2 u}$ hervor	= 0,415	0,414 und	0,120
	1	± 0	— 71 %.
2. Die Dampfdruckleistung L . . . =	1	— 6	+ 3 «
und nach der gleichen Berichtigung . .	1	+ 3	— 15 «

3. Die Anzugs- und beschleunigende Kraft hängt vorzugsweise vom Reibungsgerichte ab, das bei den drei Lokomotiven in folgendem Verhältnisse steht:

1 + 5 — 1 %,

während sich die tatsächliche Beschleunigung aus Zusammenstellung XV ergibt:

Zusammenstellung XV.

Zugbeschleunigung $f = \frac{v \text{ km/St.}}{t \text{ Min.}}$ nach 5 Minuten Fahrzeit:

bei Lokomotive	608	58	6
« 40 Achsen	11	12	12
« 20 «	16	16	14

und, um Vergleiche mit anderen Versuchen anstellen zu können, auf 100 t Bruttolast des Wagenzuges bezogen:

Lokomotive	608	58	6
f bei 40 Achsen	46	51	49
f « 20 Achsen	40	42	35

Die Fahrzeiten, nach denen bei

40 Achsen die Geschwindigkeit von 100 km und bei
20 « « « « 120 «

erreicht wurde, waren

ab Hannover, unter Berücksichtigung der Fahrbeschränkung bei Lehrte (40 km)

26 29 26 Min. und
23 22 25 «

ab Stendal, wo ebenfalls eine Fahrbeschränkung und zwar durch die Elbbrücke vorlag (60 km)

13 21 18 Min. und
16 21 18 «

Die bei den Grafenstadener Lokomotiven sonst schätzbare Einrichtung, das Anfahren mit frischem Dampfe in allen vier Zylindern bewirken zu können, hat aber für die Zugbeschleunigung nur dann Wert, wenn die Heizfläche genügend grofs ist.

4. Die Geschwindigkeit (Zusammenstellung XVI.).

Zusammenstellung XVI.

Lokomotive	608		58		6	
bei . . .	40	20	40	20	40	20 Achsen,
a) die mittlere v' . =	93	103	88	83	90	101 km/St.
b) im Beharrungszustande v . . =	108	124	106	118	108	118 «
c) die höchste . . .	125	133	112	129	112	124 «

Man könnte nun an jede Ziffer dieser und auch der übrigen Zusammenstellungen Betrachtungen knüpfen und daraus Schlufsfolgerungen ziehen; um jedoch den Aufsatz nicht allzusehr auszudehnen, beschränke ich mich auf die folgenden wichtigsten Punkte.

I. Der Eigenwiderstand der Lokomotiven bezieht sich nur auf die Fahrt ohne Dampf, da zur Aufnahme von Dampfdruck-Schaulinien keine Zeit vorhanden war. Inwieweit nun die Kolbenschieber der Heifsdampf-Lokomotive während der Dampfarbeit leichter gehen, also einen geringern Eigenwiderstand der Lokomotive herbeiführen, entzieht sich hier unserer Beurteilung.

II. Die Nutzleistung geht bei 20 Achsen bis auf 44 % der Dampfdruck-Leistung zurück, woraus zu schliefsen ist, dafs es sich vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit nicht empfehlen dürfte, Züge von dieser geringen Stärke zu fahren.

III. Die Leistung der Gewichtseinheit des Dampfes und der Wärme-Wirkungsgrad Nr. 28 und 29 der Zusammenstellung XIII. sind einander fast gleich, weil die theoretische Wärmemenge für 1 P.S./St.

$$= \frac{1}{424} \cdot 75 \cdot 60 \cdot 60 = 637 \text{ WE.}$$

und die zur Entwickelung von 1 kg Dampf bei + 15° C. warmem Speisewasser

$$\lambda - q = 665 - 15 = 650 \text{ WE.}$$

fast ebenso grofs ist.

b) Der Verbrauch.

1. Der Heizstoff-Verbrauch.

Der Heizwert der verwendeten Kohle ist durchschnittlich $\zeta = 7748$ W.E./kg. festgestellt.

Der Verbrauch geht aus folgenden Vergleichsziffern hervor:

Achsen		40			20		
Lokomotiven Nr.		608	58	6	608	58	6
1. Während der Fahrt im ganzen . .	K	1	+ 3	— 19	1	— 16	— 17 %
2. in der Stunde	$\frac{K}{t}$	1	— 5	— 23	1	— 22	— 20 «
3. « « « für 1 qm Rostfläche	$\frac{K}{tF}$	1	— 5	— 8	1	— 22	— 5 «
4. für 1 P.S./St.	$\varkappa = \frac{K}{tL'}$	1	+ 6	— 20	1	— 5	— 13 «
5. für 1000 Brutto-tkm		1	± 0	— 19	1	— 19	— 15 «
6. für 1000 Nutzkm .		1	+ 2	— 19	1	— 13	— 16 «

Die Rückstände im Aschkasten und in der Rauchkammer waren in $^0/_0$ des ganzen Kohlenverbrauches während der Fahrt:

Achsen	40			20		
Lokomotiven Nr.	608	58	6	608	58	6
$\mathfrak{R}$ =	1	— 24	— 28	1	+ 21	— 10 $^0/_0$.

Weitere Angaben.

I. Die zum Anheizen erforderliche Kohlenmenge war trotz der ziemlich langen Fahrzeit auch bei diesen Versuchfahrten immer noch fast 25 $^0/_0$ des Verbrauches während der Fahrt.

II. Die Rückstände erscheinen durchweg sehr hoch. Diese Ziffern, sowie die auf die Einheit der Rostfläche stündlich bezogenen und die Saugwirkung lassen die Überanstrengung der Lokomotiven erkennen.

III. Der Kohlenverbrauch für 1 Zugkilometer erscheint mit 12 kg/km gegenüber der Zugstärke ebenfalls recht hoch.

2. Der Dampf-Verbrauch.

I. Die höchste Dampfentwickelung in kg für 1 qm Heizfläche und 1 Stunde war

bei der Lokomotive	608	58	6
und 20 Achsen . .	1	— 11	+ 5.

An sich sind die Werte 56 bis 68 kg/qm ganz erheblich gröfser, als gewöhnlich.

II. Der Dampfverbrauch η in kg/P.S.St.

bei 40 Achsen . .	1	— 1	— 32 $^0/_0$
» 20 » . .	1	+ 3	— 29 »

Die Ziffern steigerten sich mit der Geschwindigkeit

bei der Lokomotive	608	58	6
um	20	23 und	24 $^0/_0$.

Während also der Kohlenverbrauch für die Zeit- und Leistungs-Einheit bei der Heifsdampf-Lokomotive um 20 und 13 $^0/_0$ geringer ist, als bei der hannoverschen Nafsdampf-Lokomotive, beträgt die Dampfersparnis 32 und 29 $^0/_0$.

Dieses Ergebnis dürfte zu den wichtigsten der hier erlangten zu rechnen sein. Der Vorteil machte sich übrigens während der Fahrt schon durch die blofse Beobachtung ohne Messung auffällig bemerkbar.

III. Bezüglich der unter Nr. 30 der Zusammenstellung XIII angegebenen Ausnutzung der Verbrennungswärme ist folgendes zu bemerken. Sie ist, auf die Leistungs- und Zeit-Einheit bezogen,

= dem Kohlenverbrauche $\times$ der Heizkraft der Kohle $= \varkappa . \zeta$.

Da nun der Dampfverbrauch η = dem Kohlenverbrauche $\times$ der Verdampfungsziffer $= \varkappa\, \xi$, so ist die tatsächliche Verbrennungswärme im Nenner des Verhältnisses

$$= \frac{\eta}{\xi}\, \zeta;$$

im Zähler steht die theoretische Wärmemenge, die einer P.S.St. entspricht,

$$= \frac{1}{424} . 75 . 60 . 60 = 637 \text{ W.E.}$$

IV. Bezüglich der Ausdauer hielt sich der grafenstadener Lokomotivkessel noch am besten, dem nur 2 bis 3 $^0/_0$ Wasser entzogen wurden, am wenigsten der allerdings um 50 $^0/_0$ kleinere Heifsdampfkessel.

V. Die Nebenverluste an Wasser und Dampf waren durchschnittlich in $^0/_0$ vom ganzen Verbrauche:

α) aus dem Tender, Schlabberwasser der Strahlpumpen	2	2	3 $^0/_0$.
β) aus dem Kessel, der Kohlen- und Rauchkammer-Spritze	3	2	3 »
γ) der Dampfverbrauch für die Luftpumpe und den Sichtöler . . .	2	3	2 »

VI. Der berechnete Dampfverbrauch.

Es mufs auffallen, dafs hier ganz allgemein der berechnete theoretische Dampfverbrauch gröfser ist, als der wirkliche, was sonst umgekehrt liegt; dies erklärt sich dadurch, dafs trotz der jedenfalls bei den Nafsdampf-Lokomotiven vorhandenen Dampfnässe und dem innern Niederschlag die sehr gesteigerte Dampfgeschwindigkeit bei unzureichenden Durchgangsquerschnitten eine ganz ungewöhnliche Druckverminderung durch Drosseln verursacht wird.

Genaue Erhebungen über diesen Druckabfall können aber nur durch Dampfdruck-Schaulinien angestellt werden.

Bei der Heifsdampf-Lokomotive liegt die Sache ganz anders; denn bei dieser gibt es weder Dampfnässe noch Niederschlag in den Zylindern. Daher soll versucht werden, den dennoch vorliegenden Unterschied durch Rechnung aufzuklären.

Aus den durch den Versuch erlangten Dampfdruck-Zugkräften Z und dem nutzbaren Dampfverbrauche M lassen sich die Werte des mittlern wirklichen Dampfdruckes in den Zylindern $p_m = \frac{Z}{100^2\, u}$ und das Gewichtsverhältnis des Dampfes während der Einströmung $\gamma = \frac{M}{10\, u\, \varepsilon\, v}$ ermitteln.

Diese Werte sind: $p_m = \frac{3143}{851}$ und $\frac{2439}{851}$

$= 3{,}7$ und $2{,}9$ at.

$$\gamma = \frac{6196 . 100^2}{10 . 851 . 32 . 89} \text{ und } \frac{6808 . 100^2}{10 . 851 . 30 . 98}$$

$= 2{,}56$ und $2{,}72$ kg/cbm.

Hieraus erhält man den Überdruck während der Einströmung

$$p_1 = \frac{p_m}{f(\varepsilon, v)} - 1.$$

Die Funktion $f(\varepsilon, v)$ des Füllungsgrades ε und der Geschwindigkeit v ist allgemein für alle Zwillingslokomotiven vom Verfasser durch die Formel

$$a - \frac{b}{\varepsilon} + \frac{c}{\varepsilon^2} = 100\left(1 - \frac{20}{\varepsilon} + \frac{130}{\varepsilon^2}\right)$$

dargestellt worden; sie entpricht also hier den Werten 0,50 und 0,48;

daher ist $p_1 = \frac{3,7}{0,50} - 1 = 6,37$ at und

$$= \frac{2,9}{0,48} - 1 = 5,08 \text{ at.}$$

Die beim Versuche beobachteten Dampfüberdrucke in den Hochdruckschieberkästen waren aber 8,7 und 7,8 kg; diese sind daher beim Einströmen in die Zylinder durch Drosselung bis auf 6,37 und 5,08 kg zurückgegangen.

Die vorhandene gemessene volle Wärme des überhitzten Dampfes $T = 273 + 350 = 623^0$ C. scheint bei 100 km/St. Geschwindigkeit ziemlich erhalten zu werden, so dafs die Überhitzung wahrscheinlich sogar gröfser wird; bei höheren Geschwindigkeiten nimmt aber auch diese ab, ohne ganz zu verschwinden.

Die nachfolgende Rechnung bestätigt dies.

Nach den Lehren der Thermodynamik permanenter Gase gilt für den überhitzten Dampf die Gleichung $\frac{p}{\gamma} = R \cdot T$, wenn R unveränderlich $= 46,83$ und T die ganze Wärme bezeichnet. Hiernach ist $T = \frac{p_1 + 1}{R\gamma} = \frac{7,37 \cdot 100^2}{46,83 \cdot 2.56}$ und

$$\frac{6,08 \cdot 100^2}{46,83 \cdot 2,72} = 616^0 \text{ und } 477^0 \text{ C.}$$

Diese Versuchsergebnisse drängen also auf eine genauere Untersuchung der Dampfdrosselung, die bei Heifsdampf-Lokomotiven nicht die schädliche Wirkung zu haben scheint, sondern vielleicht sogar vorteilhaft ist; denn man kann schon so viel übersehen, dafs mit der Drosselung zwar eine geringe Abkühlung, unter Umständen aber auch eine weitere Überhitzung verbunden sein wird. Dies erscheint sehr wichtig für die endgültige Wahl ihrer Höhe und der Zylindergröfse.

Aber auch bei den Nafsdampf-Lokomotiven kann die Drosselung nachgewiesen werden; beispielsweise ist bei der Lokomotive 608 und der Zugstärke von 40 Achsen der mittlere wirkliche Dampfdruck in den Zylindern

$$p_m = \frac{Z}{100^2 u} = \frac{3187}{393} = 8,0 \text{ at,}$$

daher $p_1 + 1$, die Dampfspannung während der Einströmung

$$= \frac{p_m}{f(\varepsilon \cdot v)} = \frac{8,0}{0,042\,\varepsilon - 26} = \frac{8,0}{0,68} = 11,8 \text{ at,}$$

während die beobachtete 13,4 at war. Es trat daher auch hier ein Druckabfall von $12^0/_0$ ein.

3. Der Schmieröl-Verbrauch.

Bei den Versuchsfahrten wurden an Schmiermitteln verwendet:

I. für die Achsen- und Stangenlager und die kalten Triebwerksteile ein besseres Sommer-Mineralöl mit einem Entflammungspunkte von 195^0 C. zum Preise von 22,3 Pf./kg; ferner etwas Talg;

II. für die im Dampfe gehenden Teile, Kolben und Schieber, ein Mischöl, halb und halb ein dickflüssiges Mineralöl, Entflammungspunkt 280^0 C., Preis 25,45 Pf./kg, gemischt mit rohem Rüböl zum Preise von 43,60 Pf./kg.

III. für den Heifsdampf ein besonderes Heifsdampföl, genannt Heifsdampf-Zylinder-Viscose, Entflammungspunkt 309^0 C., Preis 95 Pf./kg.

Die Verhältnisziffern sind:

	Lokomotive 608	58	6
für 1000 Lokomotivkilometer	1	+ 51	— 21 %,
« 1 P.S.St.	1	+ 68	— 20 « .

Der geringe Ölverbrauch der Heifsdampf-Lokomotive erklärt sich durch die geringere Zahl der Lokomotivachsen, Dampfzylinder und anderer Triebwerksteile, sowie durch die sparsamere Schmierung mittels einer Schmierpresse gegenüber den Sichtölern.

Vergleich

mit den Versuchen der badischen Staatseisenbahnen.*)

Hierzu dient Zusammenstellung XVII, die zunächst einen Vergleich der Lokomotivbauarten Hannover und Baden enthält und dann die Versuchsergebnisse.

Die mit † bezeichneten Werte sind besonders bemerkenswert.

B. Die Steigerung der Geschwindigkeit.

Auf die Frage, was bei einer beabsichtigten erheblichen Steigerung der Geschwindigkeit geschehen mufs, würde auf Grund dieser Versuchsergebnisse folgendes zu antworten sein:

1. Es genügt, den bisherigen Querschwellenoberbau auf den zum Teil bereits vorhandenen Schienenquerschnitt 8a zu ergänzen, es erscheint sogar fraglich, ob bei einer weiteren Verstärkung der Gang der Eisenbahnzüge verbessert würde. Die Schienenüberhöhung kann, wie bisher, nach der Formel

$$h = \frac{v^m}{2\,R}$$

bestimmt werden.

2. Da die Bremswege selbst bei Bremsung von $100^0/_0$ des Gewichtes bedeutend länger werden, als die gegenwärtige Entfernung zwischen Vor- und Haupt-Signalen, so sind auch auf diesem Gebiete einschneidende Änderungen unerläfslich.

3. Die Kraft der Lokomotiven müfste erhöht werden, so dafs sie 30 Achsen befördern können, da erst bei dieser Zugstärke ein wirtschaftlicher Betrieb zu erwarten ist.

Aufserdem mufs alles der erhöhten Geschwindigkeit angepafst werden.

Der Triebraddurchmesser ist so zu vergröfsern, dafs die Umdrehungszahl und Kolbengeschwindigkeit wieder auf das gegenwärtige Mafs zurückgeführt werden. Diese waren bei den Versuchsfahrten mit allen drei Lokomotivgattungen bei 120 km/St.:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{60 \cdot 60 \cdot \pi D} = \frac{v}{3,6 \cdot \pi D} = \frac{v}{11,3 \cdot D}$$

$$= \frac{v}{11,3 \cdot 1,98} = \frac{120}{22,4} = 5,36 \text{ in der Sek.,}$$

und die Kolbengeschwindigkeit

$$v = n \cdot 2\,h = 1,20 \cdot n = 6,43 \text{ m/Sek., beziehungsweise } 1,28 \cdot n = 6,86 \text{ m/Sek. und } 1,20 \cdot n = 6,43 \text{ m/Sek.}$$

*) Organ 1904, S. 1; Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1904, Heft 39.

Zusammenstellung XVII.

Vergleich mit den Versuchen der badischen Staatseisenbahnen.

1. Abmessungen der Lokomotiven.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Hannover	Baden
1	Rostfläche	qm	F	$2{,}70$	$3{,}87$
2	Heizfläche	„	H	$162{,}9$	$210{,}1$
3	Dampfüberdruck	at	p	14	16
4	Lokomotivgewicht ohne Tender	t	G'	$59{,}8$	$74{,}0$
5	„ mit „	„	G_1	$103{,}2$	$114{,}0$
6	Triebachslast	„	A	$30{,}4$	$31{,}8$

2. Verhältnisse der Lokomotiven.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Hannover	Baden
1	Verhältnis der Kolbenflächen	—	$\frac{d'^2}{d^2}$	$2{,}42$	$2{,}90$
2	$100^2 u = 100^2 \frac{(d^m)^2 h}{D} =$	—	—	393	331
3	$u(p+1) = \frac{(d^m)^2 h}{D} \cdot (p+1)$	—	—	$0{,}590$	$0{,}563$
4†	$u(p+1)H = \frac{(d^m)^2 h}{D} \cdot (p+1)H$	—	—	96	118
5†	Heizfläche: Rostfläche	—	$\frac{H}{F}$	60	54
6	Lokomotivgewicht ohne Tender: Heizfläche	—	$\frac{G'}{H}$	$0{,}37$	$0{,}35$
7	„ „ „ : Lokomotivlänge	—	$\frac{G'}{l}$	$5{,}45$	$5{,}83$

3. Versuchsergebnisse.

a) Die früheren Versuche der badischen Staatseisenbahnen, (Organ 1904, S. 1.)

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Hannover	Baden
1	Zugstärke	Achsen	G	40	37
2	Zuggewicht	t	„	320	296
3	Achsbelastung	„	—	$8{,}0$	$8{,}0$
	Beharrungszustand.				
4	Zuggeschwindigkeit	km/St	v	108	94
5	Dampfdruck-Zugkraft	kg	Z	3861	4221
6	Zugkraft: Rostfläche	—	$\frac{Z}{F}$	1410	1091
7	„ : Heizfläche	—	$\frac{Z}{H}$	24	20
8	„ : Lokomotivgewicht ohne Tender	—	$\frac{Z}{G'}$	64	57
9†	„ : Triebachslast	—	$\frac{Z}{A}$	127	133
10	Dampfdruck-Leistung	PS.	L	1544	1531
11†	Leistung: Rostfläche	—	$\frac{L}{F}$	570	396
12	„ : Heizfläche	—	$\frac{L}{H}$	$9{,}5$	$7{,}3$
13	„ : Lokomotivgewicht ohne Tender	—	$\frac{L}{G'}$	26	21
14	„ : Triebachslast	—	$\frac{L}{A}$	51	48
	Mittelwerte.				
15†	Kohle mit Anheizung: Rostfläche	—	$\frac{K'+K}{F}$	566	334
16†	„ ohne „ : „	—	$\frac{K}{F}$	460	256
17†	„ mit „ für 1 km	kg	$\frac{K'+K}{s}$	$16{,}4$	$16{,}8$

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Hannover	Baden
18	Kohle ohne Anheizung für 1 km	kg	$\frac{K}{s}$	13,3	12,9
19†	Dampf: Heizfläche und Stunde	„	$\frac{M^{*})}{tH}$	68	39
20	„ : Leistung „ „	—	$\frac{M}{tL}$	8,7	5,4
21	Öl: 1000 Lokomotivkm.	—	—	47	65,6

b) Die neueren Schnellfahr-Versuche.
(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1904, Heft 39.)

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Hannover	Baden
1	Zugstärke	Achsen	G	20	16
2	Zuggewicht	t	„	158	138
3	Achsbelastung	„	—	7,9	8,6
4	Geschwindigkeit im Beharrungszustande	km/St	v	124	133
5†	„ gröfste	„	—	133	144
6	Umdrehungszahl gröfste	—	n	5,94	6,08
7	Kolbengeschwindigkeit	m/Sek.	$\mathfrak{v}$	7,13	7,54
8†	Füllungsgrad	%	ε	36,5	45
9†	Saugwirkung	cm	φ	30	22,5
10†	Dampfdruck-Leistung	P. S.	L	1500	1700
11	Leistung: Heizfläche	—	$\frac{L}{H}$	9,2	8,1
12	Dampf: Heizfläche und Stunde	—	$\frac{M}{tH}$	65	57

*) M einschliefslich aller Verluste.

Zusammenstellung XVIII.

Radgegengewichte.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Lokomotive Nr. 608: Triebrad Hochdruck	608: Triebrad Niederdruck	608: Kuppelrad	58: Trieb- und Kuppel-Räder Hochdruck rechts und links	58: Niederdruck links	58: Niederdruck rechts	6: Triebrad	6: Kuppelrad
1	Die auf den Kurbelkreis bezogenen umlaufenden Triebwerksmassen	kg	278,2	159,2	92,6	239,5	150,0	127,5	224,5	120,0
2	Die geradlinig bewegten Triebwerksmassen auf jeder Lokomotivseite	„	193,5	235,0	—	177,0	237,0		307,05	
3	Hiervon sind durch Radgegengewichte ausgeglichen	%	10		10	50	50		20	
		kg	19,4	23,5	19,4 + 23,5	88,5	118,5		31,0	31,0
4	Hiervon sind nicht ausgeglichen	%	80			50	50		80	
		kg	342,8			88,5	118,5		246	
5	In Bezug auf die zuckenden Bewegungen durch Gegenläufigkeit nicht ausgeglichen	kg	119			—	60		246	
6	Hebelarm beim Schlingern	mm	1020			—	300		1020	
7	Radgegengewichte	kg	60,0		46,8	115,0	69,5	58,0	106,5	61,5
8	Überschüssige Fliehkräfte $C = m r \omega^2 = \frac{G}{g} . r (n . 2 \pi)^2$ für $v = 120$ km/St.	t	0,528		0,578	1,083	0,083		1,238	
		%	7,0		7,5	13,5	13,5		15,6	

Die Zusammenpressung des Dampfes in den Zylindern wird durch geeignete Schieberabmessungen der höhern Massenwirkungen entsprechend verstärkt werden müssen. Da diese Massenwirkungen bei sehr hohen Geschwindigkeiten voraussichtlich bis auf 0 zu verringern sind, so erscheint von diesem Standpunkte aus die vierzylindrige Lokomotivbauart als die einzige, die etwa von 110 km/St. Geschwindigkeit ab aufwärts in Frage kommen kann, und zwar eine vollständig gegenläufige, die daher als Zwillings-Lokomotive auszubilden ist. Denn vollständig ausgeglichene Lokomotiven bedürfen keiner Radgegengewichte, die in der vorliegenden Frage eine wichtige Rolle spielen; deshalb sollen, ohne jedoch näher darauf einzugehen, hier wenigstens die in Zusammenstellung XVIII angegebenen Werte zum Vergleiche einander gegenübergestellt werden.

Aus ihr ist ersichtlich, welchen Wert eine gut ausgeglichene Lokomotive bei hoher Geschwindigkeit erlangt; besonders sind die unter Nr. 4 und 5 angegebenen nicht ausgeglichenen, geradlinig bewegten Triebwerksmassen und die unter Nr. 8 stehende überschüssige Fliehkraft bemerkenswert. Denn diese beiden Werte bilden einen Mafsstab für den leichten Gang der Lokomotive und die Schonung des Oberbaues und daher auch für die Bewertung der Lokomotivbauart in dieser Hinsicht, so dafs bezüglich der umlaufenden Massen der hannoverschen und bezüglich der geradlinig bewegten Triebwerksmassen der grafenstadener Bauart ein Vorzug zuerkannt werden mufs.

Bei der zweizylindrigen Heifsdampf-Lokomotive machte sich ferner von 110 km/St. Geschwindigkeit ab Zucken bemerkbar, das sich auch bei den Versuchen mit einer $^2/_6$ gekuppelten dreizylindrigen Lokomotive in gewissem Grade gezeigt hatte.

Diese bisher noch nicht aufgeklärte Erscheinung dürfte in der Zusammendrückung des in den Zylindern arbeitenden Dampfes begründet sein. Diese ist auch eine von den Gröfsen, die bei einer erheblichen Steigerung der Geschwindigkeit zu ändern ist; denn sie bildet allein das unentbehrliche Gegengewicht gegen die mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsenden nicht ausgeglichenen Massenkräfte. Genügt die Zusammendrückung nicht, so rückt der Kraftwechselpunkt in die gefährliche Nähe des toten Punktes, wodurch die Stöfse unter Umständen so überhand nehmen können, dafs ein Zusammenbruch der ganzen Maschine eintreten kann, wie er bereits bei Schiffsmaschinen vorgekommen ist. Da sich nun aber die Zusammendrückung wahrscheinlich mit der Geschwindigkeit, also mit abnehmender Füllung in stärkerem Mafse ebenfalls steigert, so scheint eine gewisse ungünstigste Geschwindigkeit zu bestehen, bei der die Massenwirkungen am gröfsten werden. Man mufste in dieser Ansicht durch den Versuch mit Lokomotive 6 bestärkt werden, die nach der versuchsweise vorgenommenen Vergröfserung der schädlichen Räume um 8,5 %, also bei beträchtlich verminderter Zusammendrückung, viel unruhiger ging. Das dürfte ein Fingerzeig sein, wie diese ungünstigste Geschwindigkeit durch eine passende Zusammendrückung erhöht und aus dem Bereiche der wirklich vorkommenden Geschwindigkeiten verlegt werden kann, so dafs sie für diese verschwindet. Dies wird aber erreicht durch eine zweckentsprechende Verlegung des Kraftumkehrpunktes in gröfsere Entfernung vom toten Punkte.

Die Steuerungsteile müssen ebenfalls so abgeändert werden, dafs die Dampfgeschwindigkeit in allen Durchgangsquerschnitten noch unter das gegenwärtige Mafs gebracht wird.

Auch die Bauart der Dampfschieber gewährt bei den auf das äufserste getriebenen Schnellfahrten keine ausreichende Unterlage für die Beurteilung, da alle Kolben- und auch die Flach-Schieber bei der nach der Beendigung der Versuchsfahrten vorgenommenen Besichtigung keine Mängel zeigten, allerdings bei sehr reichlicher Schmierung während der Fahrt.

Ferner konnte vor den Versuchen eine bisher ganz unbekannte Blasrohrwirkung von 40 cm Wassersäule nicht vorausgesehen werden; sie ist viel zu hoch, wenn auch die bisher übliche von 7 bis 10 cm wieder als ganz unzulänglich zu betrachten ist. Freilich bewirkt eine Verringerung der Blasrohrwirkung unfehlbar auch eine solche der ganzen Leistung, sie verbessert jedoch die Wirtschaftlichkeit.

Schliefslich mufs auch noch die Festigkeit der Triebwerksteile mit Bezug auf die stärkeren Massenwirkungen bei höheren Geschwindigkeiten einer Nachprüfung unterzogen werden.

VIII. Der Heifsdampf.

Aus dem theoretischen Ausdrucke für den Dampfverbrauch für 1 P. S. St.

$$\eta = \frac{10 \,.\, u \,.\, \varepsilon \,.\, v \,.\, \gamma \,.\, 270}{100^2 \, u \,.\, p_m \,.\, v} = 0.27 \,.\, \frac{\varepsilon \gamma}{p_m}$$

$$= \frac{0.27 \,.\, \varepsilon \gamma}{f(\varepsilon, v) \,.\, (p+1)} \text{ kg/P.S.St.}$$

ist schon ersichtlich, welchen erheblichen Vorteil der überhitzte Dampf in thermodynamischer Hinsicht bietet; denn das Verhältnis $\frac{\gamma}{p+1}$ ist viel kleiner, als beim gesättigten Dampfe, und nimmt mit steigender Überhitzung stetig ab. Tatsächlich werden schon bei der Erzeugung des überhitzten Dampfes im Kessel 9 % erspart, und bei der Umwandlung in mechanische Arbeit ist nur diejenige des Dehnungs-Abschnittes in den Zylindern etwas geringer.

Es läfst sich ferner nachweisen, dafs sich der Heifsdampf noch besonders für hohe Geschwindigkeiten eignet. Bei Zwillingslokomotiven hat der Wert $\frac{u v \gamma}{M}$ eine bestimmte Gröfse, so dafs also die für die Wirtschaftlichkeit zweckmäfsigste Geschwindigkeit bei unveränderlichem u und M, also bei einer bestimmten Gröfse der Maschine und des Kessels im geraden Verhältnis steigt, je mehr das Gewichtsverhältnis ab-, also die Überhitzung zunimmt.

Diese Geschwindigkeit, die bei gewöhnlichen Zwillingsmaschinen ziemlich tief, etwa bei 75 km/St. liegt, steigt beispielsweise bei der Heifsdampf-Lokomotive auf 200 km/St. Die

Heifsdampf-Lokomotiven scheinen sich daher in hervorragendem Mafse für den Schnellzugdienst zu eignen.

Über die viel umstrittene Höhe der Überhitzung möchte ich auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse noch folgende Betrachtungen ausstellen.

Wird die Heizfähigkeit der etwa 4 m langen Heizrohre = 1 gesetzt, so ist die der Feuerbuchse, der unmittelbaren Heizfläche, erfahrungsmäfsig = 5; wird ferner die Heizfähigkeit des Überhitzers, gering veranschlagt, der der Heizrohre gleich angenommen, so entspricht sie $\frac{30{,}75 \cdot 1}{13 \cdot 5 + 97 \cdot 1}\, 100$ $= 19\,\%$ der ganzen Heizfläche, so dafs also auch mindestens $19\,\%$ der im Kessel erzeugten Wärme für die Überhitzung verwendet wird.

Um trockenen, gesättigten Dampf von 12 at Überdruck auf $190 + 150 = 340^{0}$ C. zu überhitzen, sind aber nach der thermodynamischen Formel für die ganze Wärme des überhitzten Dampfes

$$\lambda' = \lambda + c_p t' = 665 + 0{,}48 \cdot 150$$
$$0{,}48 \cdot 150 = 72 \text{ W.E.}$$

oder $\frac{72}{665}\, 100 = 11\,\%$ der theoretischen Wärmemenge des gesättigten Dampfes von 665 WE. nötig.

c_p ist die Wärmeaufnahme des überhitzten Dampfes bei unveränderter Spannung p und = 0,48 gesetzt.

Ist der Wärmewirkungsgrad des Heizstoffes = 8000 W.E./kg und erzeugt 1 kg dieser Kohle 7 kg Dampf, so kommen auf 1 kg Dampf $\frac{1}{7} \cdot 8000 = 1143$ WE., so dafs beim gesättigten Dampfe $1143 - 665 = 478$ WE. oder $42\,\%$ der ganzen Wärme verloren gehen. Diese erscheinen zunächst in den 22 kg Feuergasen $= \frac{1}{7} \cdot 22 \cdot 0{,}25 \cdot 1500 = 1179$ W.E., wenn die spezifische Wärme dieses Gasgemisches von Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff = 0,25 W.E./kg und in der Feuerbuchse erzeugte Wärmestufe 1500° C. beträgt. Die abziehenden Rauchgase enthalten von dieser Wärmemenge bei 400° Wärmestoffe noch $\frac{1}{7} \cdot 22 \cdot 0{,}25 \cdot 400 = 314$ WE. oder $\frac{314}{1179} \cdot 100 = 27\,\%$ der ganzen, die verloren gehen. Dieser Wärmeverlust müfste eigentlich den oben berechneten 478 WE. gleich sein, somit die Wärme der abziehenden Rauchgase noch gröfser

$$= \frac{478}{\frac{1}{7} \cdot 22 \cdot 0{,}25} = 608^{0} \text{ C.}$$

Da indessen noch keine entscheidenden Versuche vorliegen, so ist es möglich, dafs die Wärme der Rauchgase, die bei ortsfesten Dampfkesseln auch schon 300° C. beträgt, bei Lokomotiven tatsächlich höher ist, als 400°, oder dafs andere Verluste in erheblichem Grade hinzutreten. Die Überhitzung um 150° erfordert also $11\,\%$ der theoretischen von 665, oder $\frac{72}{1143} \cdot 100 = 6\,\%$ der ganzen Wärme, so dafs hiernach $19 - 6 = 13\,\%$ der Überhitzerwirkung nur zur Dampftrocknung, die aber der Überhitzung unter allen Umständen vorausgehen mufs, notgedrungen verbraucht werden. Diese $13\,\%$ der ganzen Wärme würden einer Dampfnässe von

$$\frac{\frac{1}{7} \cdot 8000 \cdot 0{,}13}{665 + 72} \cdot 100 = 20\,\% \text{ entsprechen.}$$

Zur Vermeidung einer starken Überhitzung mit unmittelbarer Beheizung, das heifst, zur Umgehung eines weiten Feuerrohres und der damit verbundenen ungünstigen Umgestaltung der bisher bewährten Kesselbauart, müfste daher bei trockenem Dampfe den verlorenen 478 WE., oder den mit den Rauchgasen entweichenden 314 WE. 72, also 15 oder $23\,\%$ $= \frac{400 \cdot 23}{100} = 92^{0}$ C. entzogen werden.

Zur Überhitzung des trockenen Dampfes um 150° genügten $6\,\%$ der ganzen Wärme oder eine unmittelbare Überhitzerfläche von $\frac{6}{19} \cdot 30{,}75 = 9{,}7$ qm.

Es läfst sich nun aber durch Versuche und Berechnung nachweisen, dafs eine so hohe Überhitzung nicht durchaus nötig sein wird, dafs vielmehr zur Beseitigung des innern Niederschlages in den Zylindern, die bei weitem die Hauptsache ist, die Hälfte, also eine Überhitzung von $75\,\%$ ausreicht. Die hierzu nötige Heizfläche eines Rauchkammerüberhitzers läfst sich dann wie folgt berechnen.

Bei der unmittelbaren Beheizung mit einem Feuerrohre ist die Wärmemenge des Heizkörpers $19\,\%$ der ganzen in der Feuerbuchse entwickelten, und deren Wärmestufe fällt von 1500° bis auf 25° über die Rauchkammerwärme, die 400° angenommen wurde, so dafs die mittlere Wärme

$$\frac{1500 + 425}{2} = 962{,}5^{0} \text{ beträgt.}$$

Beim Rauchkammerüberhitzer wird zwar die ganze Masse der Rauchgase benutzt, aber bei einem wesentlich geringeren Wärmegefälle. Für eine Überhitzung um 150° sind bei den Rauchgasen 92°, also bei der halben Überhitzung 46° zu entziehen, so dafs hier die mittlere Heizwärme

$$= \frac{400 + (400 - 46)}{2} = 377^{0} \text{ beträgt.}$$

Die Wärmestufe des zu heizenden Körpers, das ist der um 75° überhitzte Dampf von 12 at Überdruck, ist $190 + 75 = 265^{0}$, dieser stehen die beiderseitigen Wärmegefälle in dem Verhältnis $962{,}5 - 265 : 377 - 265$ oder $697{,}5 : 112{,}0$ gegenüber.

Unter Voraussetzung geradlinigen Verhältnisses ist daher die gesuchte Heizfläche $9{,}7 \cdot \frac{19}{100} \cdot \frac{697{,}5}{112{,}0} = 11{,}4$ qm, deren praktischer Herstellung nichts im Wege stehen dürfte.

Hieraus folgt aber zugleich, weshalb die beharrlichen Versuche, auch bei Lokomotiven eine nur mäfsige Dampfüber-

hitzung ohne vorherige Dampftrocknung zu erreichen, fehlschlagen mufsten.

Die ganze Frage spitzt sich dahin zu, ob es gelingt, die Dampfnässe auf eine andere Weise zu beseitigen, entweder durch eine besondere Kesselbauart, oder durch sonstige einfache Vorrichtungen und nicht durch den Überhitzer selbst. Zum Beispiel soll sich das bei den österreichischen Eisenbahnen immer mehr in Aufnahme kommende Flamandsche Verfahren mit zwei Dampfdomen und einem Verbindungsrohre gut bewähren.

Sollte es aber nicht gelingen, die bisher nur durch den Überhitzer selbst beseitigte Dampfnässe auf andere Art fortzuschaffen, so würde allerdings die unmittelbare Beheizung des Überhitzers das einzige Mittel sein und bleiben, während anderfalls die Hoffnung nicht aufgegeben werden darf, die zur eigentlichen Dampfüberhitzung um 75° nötigen 5,5% der theoretischen, zur Dampfbildung erforderlichen, oder 11,5% = 46° der mit den Rauchgasen entweichenden Wärme diesen zu entnehmen.

ERGEBNISSE DER VERSUCHSFAHRTEN

MIT

EINER 2/4 GEKUPPELTEN VIERZYLINDER-LOKOMOTIVE GRAFENSTADENER BAUART.

VON

LEITZMANN,

Geheimem Baurate zu Darmstadt.

Mit Zeichnungen auf den Tafeln XLV bis XLVII.

ERGÄNZUNGSHEFT ZUM ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS, JAHRGANG 1906.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

1906.



Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer 2/4 gekuppelten Vierzylinder-Lokomotive Grafenstadener Bauart.*)

Von **Leitzmann**, Geheimem Baurate zu Darmstadt.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XLV bis XLVII.

Für die folgenden Untersuchungen sind die nachstehend aufgeführten Bezeichnungen gewählt.

Für Abmessungen und Gewichte:

A Reibungsgewicht.

a Ganzer Achsstand der Lokomotive.

a_1 Fester Achsstand.

D Triebraddurchmesser.

d Kolbendurchmesser: Hochdruck.

d' „ Niederdruck.

e Blasrohröffnung.

F Rostfläche.

f Schieberöffnung.

f' Schieberkanalquerschnitt.

G Zuggewicht.

G_1 Lokomotivgewicht im Dienste mit Tender.

G' „ „ „ ohne „

H Heizfläche.

h Kolbenhub für Hoch- und Niederdruck.

l Länge der Lokomotive.

l' Kurbelstangenlänge: Hochdruck.

l'' „ Niederdruck.

n Bahnneigung in ‰.

q Wärmestufe des Speisewassers.

r Kurbelhalbmesser für Hoch- und Niederdruck.

s Streckenlänge.

t Zeit und Wärmestufe.

v Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande.

v_m Mittlere Zuggeschwindigkeit.

v_0 Grundgeschwindigkeit.

$\mathfrak{v}$ Dampfgeschwindigkeit in der Schieberöffnung,

$\mathfrak{v}'$ „ „ den Zylinderkanälen.

x Abstand des Schwerpunktes von der Triebachse.

z Zahl der Umdrehungen der Triebachsen.

γ Gewicht von 1 l Dampf in kg.

ε Füllungsgrad.

λ Ganze Wärme des Dampfes.

ω Winkelgeschwindigkeit.

φ Saugwirkung.

ξ Verdampfungsziffer.

η Dampfverwertung.

ζ Heizkraft der Kohle.

Für Massen, Kräfte und Arbeiten:

C Beschleunigende Kraft.

f Beschleunigung.

M Masse.

P Bewegende Kraft.

L Leistung am Tenderzughaken.

L_i Aus den Schaulinien ermittelte Leistung im Beharrungszustande.

L_m Mittlere Leistung.

p Dampfüberdruck im Kessel.

p_1 „ „ Schieberkasten.

p_r „ „ Verbinder.

p_r Rückdruck in den Niederdruckzylindern.

p_m Mittlerer wirklicher Dampfdruck: Hochdruckzylinder.

$p_{m'}$ „ „ „ Niederdruckzylinder

p_{m_1} Zusammengesetzter mittlerer wirklicher Dampfdruck $= p_m + \frac{d'^2}{d^2} \cdot p_{m'}$.

Z Widerstand.

w Eigenwiderstand der Wagen.

w_1 Eigenwiderstand der Lokomotive.

Z Zugkraft für den Wagenzug.

Z_i Zugkraft nach den Dampfspannung-Schaulinien im Beharrungszustande.

Z_m Mittlere Zugkraft nach den Dampfspannung-Schaulinien im Beharrungszustande.

Für Wasser- und Dampfmengen.

M Wasserverbrauch aus dem Tender.

M' „ „ „ Kessel.

M_1 $= M + M'$.

M_2 Dampfverbrauch der Maschine.

M_3 Entwickelte Dampfmenge.

$\mathfrak{W}$ Tender-Wasserverlust.

$\mathfrak{W}'$ Kessel- „

$\mathfrak{W}''$ Dampfverlust.

$\mathfrak{M}$ Berechneter Dampfverbrauch.

m Wasserverbrauch aus dem Tender in der Stunde.

m_1 „ im Ganzen „ „ „

m_2 „ der Maschine „ „ „

m_3 Dampfentwickelung „ „ „

$\mathfrak{m}$ Berechneter Dampfverbrauch „ „ „

$\mathfrak{D}$ Dampfmenge für eine Füllung.

Für Kohlenmengen.

K Verbrauch während der Fahrt.

K' „ zum Anheizen.

K_1 $= K + K'$.

$\mathfrak{K}$ Verlust auf dem Rost und im Aschkasten.

$\mathfrak{K}'$ „ in der Rauchkammer.

k $= K$ für eine Stunde.

k_1 $= K_1$ „ „ „

$\mathfrak{k}$ k für 1 qm der Rostfläche $= K$ für 1 Stunde und 1 qm.

$\mathfrak{k}_1$ k_1 „ 1 „ „ Heizfläche $= K_1$ „ 1 „ „ 1 „

k Kohlenverbrauch in kg/P.S.St.

Formeln.

$u = 100^2 \cdot \frac{(d\,m)^2\,h}{D}$ Leistungswert der Lokomotive.

$w = a + b\,v + c\,v^2$ Eigenwiderstand der Wagen.

$w_1 = a_1 + b_1\,v + c_1\,v^2$ „ „ Lokomotive.

$\varepsilon\,v = H\,(a + b\,v)$.

$p_{m_1} = u\,p\,(\alpha + \beta\,\varepsilon)$.

$Z_i = A + \frac{B}{v}$

$L_i = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\,v$.

$= u\,p\,(\mathfrak{a}\,\mathfrak{H} + \mathfrak{b}\,v + \mathfrak{c}\,\mathfrak{H}\,v)$.

I. Beschreibung der Versuchslokomotive.

Die zur Beförderung von Schnellzügen bestimmte, nach Grafenstadener Bauart hergestellte Lokomotive ist in Abb. 1 und 2, Taf. XLV dargestellt.

Der Hinterkessel hat Belpaire'sche Form mit flacher Decke zur Vergröfserung des Dampfraumes und Sicherung eines unveränderlichen Wasserspiegels an der Stelle der lebhaftesten Verdampfung bei Schwankungen des Wasserstandes.

Die Feuertür hat Webb'sche Bauart, der Rost ist geneigt, die beiden vorderen Deckankerreihen sind beweglich angeordnet.

Die gekröpfte Welle der Niederdruck-Triebachse ist aus Nickelstahl hergestellt.

*) Wir verweisen auf die Veröffentlichung Organ 1906, S. 131 und 309.

Zusammenstellung I.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Lokomotive 507, Altona
1	Bauart	—	—	Nafsdampf
2	Zahl der Zylinder	—	—	4
3	Lieferungsjahr und Werknummer	—	—	1902, 5276
4	Beschaffungskosten	M	—	72780
5	Seit der Anlieferung zurückgelegte Länge	km	—	15125
6	Kolbendurchmesser: Hochdruck	m/m	d	340
7	„ Niederdruck	„	d'	530
8	Kolbenhub	„	h	640
9	Triebraddurchmesser	„	D	1980
10	Ganze Rostfläche	qm	F	2,28
11	Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	„	—	11,35
12	„ „ „ Heizrohre	„	—	110,61
13	Ganze Heizfläche	„	H	121,96
14	Durchmesser der Heizrohre: aufsen	m/m	—	46
15	„ „ „ innen	„	—	41
16	Länge der Heizrohre zwischen den Rohrwänden	„	—	3800
17	Zahl der Heizrohre	—	—	226
18	Dampfüberdruck	at.	p	14
19	Zulässige Geschwindigkeit	km/Std.	v	100
20	Lichter Durchmesser des mittleren Kesselschusses	m/m	—	1350
21	Länge der Triebstange: Hochdruck	„	l'	3000
22	„ „ „ Niederdruck	„	l''	2400
23	Länge des Spielraumes der Kolben: vorn Hochdruck	„	—	16,5
	Länge des Spielraumes der Kolben: vorn Niederdruck	„	—	17,5
24	„ „ „ „ „ hinten Hochdruck	„	—	19,5
	„ „ „ „ „ hinten Niederdruck	„	—	10
25	Innerer Durchmesser des Einströmrohres	„	—	120
26	„ „ „ Ausströmrohres	„	—	200
27	Querschnitt der gröfsten Regleröffnung	qcm	—	82
28	Abstand Oberkante Blasrohr bis Kesselmitte	m/m	—	230
29	Blasrohrquerschnitt	qcm	—	130
30	Abstand der Unterkante der Regleröffnung vom mittleren Wasserspiegel	m/m	—	814
31	Gröfse des höchsten Wasserspiegels	qm	—	5,86
32	„ „ mittleren „	„	—	6,88
33	„ „ niedrigsten „	„	—	7,64
34	Dampfraum des Kessels	cbm	—	1,515
35	Wasserraum des Kessels	„	—	5,085
36	Schädlicher Raum in % des Hubinhaltes: Hochdruck	%	—	15,5
37	„ „ „ „ „ „ Niederdruck	%	—	7,6
				Hochdruck | Niederdruck
38	Dampfberührte Fläche des schädlichen Raumes vorn	qm	—	0,61 | 1,18
39	„ „ „ „ „ hinten	„	—	0,59 | 0.94
40	Inhalt des Schieberkastens	l	—	51 | 78
41	Dampfberührte Fläche des Schieberkastens	qm	—	1,2 | 1,35
42	Inhalt der beiden Verbinder	l	—	22,4
43	Dampfberührte Fläche der Verbinder	qm	—	0,8
44	Unmittigkeit	m/m	—	90 | 90
45	Voreilwinkel	Grad	—	90 | 89
				Hochdruck links: vorn | hinten — Niederdruck links: vorn | hinten
46	Geradlinige Voreilungen bei 35% und 65% Füllung	m/m	—	8 1/2 | 9 — 8 1/4 | 8 3/4
47	Äufsere Deckung	„	—	27 | 27
48	Innere Deckung	„	—	—6 | —5
49	Höhe der Dampfkanäle	„	—	40 | 45
50	Breite „ „	„	—	300 | 460
51	Stärke der Radreifen	„	—	69
52	Drehzapfen, seitlich verschiebbar nach jeder Seite	„	—	45
53	Drehung des Drehgestelles „ „ „	„	—	1° 18'

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Lokomotive 507, Altona
54	Mittelstellvorrichtung	doppelt	—	Schraubenfeder
55	Anfangspannung	t	—	4,32
56	Endspannung	„	—	9,18
57	Laufraddurchmesser	m/m	—	900
58	Achsstand des Drehgestelles	„	—	2050
59	Fester Achsstand der Trieb- und Kuppelachse	„	a_1	3000
60	Ganzer Achsstand	—	a	7450
61	Ganze Länge der Lokomotive ohne Buffer	m/m	l	9550
62	Höhe der Kesselmitte über S. O.	„	—	2450
	Achsdrucke der Lokomotive im Dienste.			
63	Vordere Drehgestellachse	t	—	11
64	Hintere „	„	—	11
65	Triebachse	„	—	16
66	Kuppelachse	„	—	16
67	Dienstgewicht ohne Tender	„	G′	54
68	1. Tenderachse	„	—	10,575
69	2. „	„	—	10,575
70	3. „	„	—	10,630
71	4. „	„	—	10,630
72	Dienstgewicht des Tenders	„	—	42,410
73	Dienstgewicht von Lokomotive und Tender	„	G_1	96,410
74	Reibungsgewicht	„	A	32
75	Kohlenvorrat	„	—	5
76	Wasservorrat	„	—	16
	Verhältnisse.			
77	Verhältnis der Kolbenflächen	—	$\frac{d'^2}{d^2}$	2,43
78	Zahlenwert u	qcm	$\frac{100^2 (d^m)^2 h}{D}$	373,7
79	Zugkraft u (p+1)	kg	$\frac{100^2 (d^m)^2 h (p+1)}{D}$	5604
80	Heizfläche: Rostfläche	—	H : F	53,5
81	Heizfläche: u	$\frac{qm}{qcm}$	$\frac{H}{u}$	0,326
82	Heizfläche: Zugkraft	$\frac{qm}{kg}$	$\frac{H}{u (p+1)}$	0,022
83	Heizfläche: Reibungsgewicht	$\frac{qm}{t}$	$\frac{H}{A}$	3,81
84	Lokomotivgewicht ohne Tender: Ganze Länge	$\frac{t}{m}$	$\frac{G'}{l}$	5,07
85	„ „ „ Heizfläche	$\frac{t}{qm}$	$\frac{G'}{H}$	0,443
86	Länge der Kurbelstange: Kurbelhalbmesser	—	$\frac{l'}{r}$ und $\frac{l''}{r}$	Hochdruck = 9,4 Niederdruck = 7,5

Die Triebradbremse wirkt leichterer Unterbringung wegen nur mit einem Schuhe auf jedes Rad.

Während die Hauptrahmen der Lokomotive innen angeordnet sind, liegen die Drehgestellrahmen zur Raumgewinnung für die Niederdruckzylinder aufsen. Das Drehgestell der grafenstadener Bauart ruht auf vier über den Achsbuchsen gelagerten, unabhängigen Tragfedern. Die zweifache Beweglichkeit besteht aus einer seitlichen Verschiebung um 45 mm und einer Drehung um 1,3° nach jeder Seite. Die Rückstellung erfolgt durch zwei stets gemeinschaftlich wirkende Wickelfedern mit einer zwischen den Grenzen 4,3 und 9,2 t liegenden Mittelstellkraft.

Die Übertragung der Last auf das Gestell erfolgt durch zwei seitlich unmittelbar unter den Hauptrahmen befindliche Kugelzapfen, so dafs das Drehgestell zwar in der Längs- aber nicht in der Quer-Richtung kippen kann.

Die Triebachsfedern sind unter den Achsbuchsen mittels Doppelgelenken aufgehängt; ihre Federspannschrauben werden nur auf Zug beansprucht.

Die Bauart de Glehn hat bekanntlich zwei getrennte

Triebwerke, indem die beiden aufsen liegenden Hochdruckzylinder auf die zweite, die beiden inneren Niederdruckzylinder auf die vordere gekröpfte Triebachse wirken. Beide Triebwerke sind durch Kuppelstangen verbunden, um die Gegenläufigkeit der geradlinig bewegten Triebwerksmassen aufrecht zu erhalten.

Der Tender für 16 cbm Wasserinhalt ruht auf zwei Drehgestellen mit vier unabhängigen, auf den Achsbuchsen sitzenden Tragfedern. Die Wurfhebel- und Luftdruck-Bremse wirken von einander getrennt mit zwei Schuhen auf jedes Rad.

Im Laufe der Abhandlung werden die Vorteile und Nachteile dieser Bauart zur Erörterung kommen.

Beide Steuerungen sind getrennt, so dafs hier wieder die Einwirkung der Niederdruckfüllung

auf den Gang der Lokomotive,
» die Dampfbildung und
» die Leistungsfähigkeit

festgestellt werden konnte.

Die Abmessungen und die hieraus sich ergebenden Verhältniszahlen sind in der Zusammenstellung I angegeben.

II. Feststellungen an der Lokomotive vor den Versuchen.

Nach sorgfältiger Durchregulierung der Steuerung sowohl auf Grund der zweckmäfsigsten Voreilungen, als auch in Berücksichtigung der insbesondere im Betriebsdienste am meisten benutzten Füllungsgrade wurden diese für jede Zahnlücke der Steuerscheibe an allen vier Zylindern auf beiden Kolbenseiten ausgemessen. Ihre Mittelwerte aus den Werten beider Seiten vor und hinter dem Kolben sind für Hoch- und Niederdruck in Abb. 3, Taf. XLV getrennt dargestellt, ebenso die Schieberwege und Schieberöffnungen für alle Füllungsgrade von 10 zu 10% und die Grenzlagen der Steuerung in Abb. 5 und 7, Taf. XLV nebst den Schieberabmessungen in Abb. 4 und 6, Taf. XLV. Hierbei sei bemerkt, dafs diese Schieberlinien von den mathematischen Ellipsen nur wenig abweichen, wie der in Abb. 8, Taf. XLV angestellte Vergleich nachweist.

III. Ausrüstung der Lokomotive für die Versuche.

a. Zur Erkennung der benutzten Füllungsgrade wurden die betreffenden Zahnlücken der Steuerscheiben von der Mittelstellung bis zur Auslage der beiden Steuerungen mit Ziffern von 0 bis 47 versehen.

b. Ferner wurden folgende Dampfspannungs-Messer angebracht:
  1. an der Dampfeinströmung, um den Druckabfall zu beobachten,
  2. am Verbinder und
  3. an den linken Dampfzylindern zur Aufnahme der Druckteilung für die an dieser Seite befindlichen Spannungszeichner.

c. Diese Spannungszeichner waren mit Zahnstangenbetrieb, also nach jeder Richtung zwangläufig, ohne Schnur eingerichtet, so dafs der Dampfzugang und das Zeichnen selbst in einfachster und sicherster Weise vom Führerstande aus zu den richtigen Zeitpunkten bewirkt werden konnten.

d. Ein Saugwirkungs-Messer zur Bestimmung der Luftverdünnung in der Feuerbuchse und Rauchkammer ausgedrückt in cm Wassersäule.

e. Eine Teilung für den Wasserstand im Kessel neben dem Wasserstandsglase.

f. Eine Vorrichtung auf der vordern Bufferbohle zum Aufnehmen der schlingernden Bewegungen (Abb. 9, Taf. XLV).

g. Ein aufschreibender Kraftmesser zur Bestimmung der Zugkraft zwischen Lokomotive und Wagenzug.

h. Vier Wasserstandsgläser an den Ecken des Tenders zur Feststellung des Wasserverbrauches.

Von der Anbringung eines Geschwindigkeitsmessers wurde abgesehen, da die Beobachtungen des leitenden Beamten mit der Geschwindigkeitsuhr nach Verlauf jeder Minute genügten.

IV. Vorversuche.

Zunächst wurde die zweckmäfsigste Blasrohreröffnung nach folgenden Grundsätzen ermittelt.

Mit zunehmender Blasrohröffnung nimmt die zur Dampfbildung unentbehrliche Saugwirkung, also auch die Dampfentwickelung selbst ab, ebenso aber auch der durch den Auswurf entstehende Kohlenverlust, von dem sich ein Teil in der Rauchkammer ansammelt und die Heizrohre zusetzt, und der schädliche Rückdruck in den Niederdruckzylindern. Daher mufs bei einer bestimmten unentbehrlichen Dampfentwickelung ein gewisser Durchgangsquerschnitt vorhanden sein, der die unvermeidlichen Nachteile mit den Anforderungen vermittelt.

Der Verfasser hat bei früheren Versuchen, deren Ergebnisse an anderer Stelle*) veröffentlicht sind, diese Verhältnisse näher dargelegt und nachgewiesen, dafs es zweckmäfsig ist, die Saugwirkung stärker zu machen, als bisher geschehen ist.

Bei den neuen Versuchen hat sich übrigens herausgestellt, dafs die Luftverdünnung, also auch der Luftzug über der Feuerung wegen des Widerstandes, den die engen Heizrohre ben Heizgasen entgegensetzen, nur $^2/_3$ von dem in der Rauchkammer beträgt.

In dem vorliegenden Falle erschien es nach eingehender Erwägung geboten, die Blasrohröffnung auf 130 qcm festzusetzen, was zu einer Saugwirkung in Abhängigkeit vom Dampfverbrauche und zu einer Dampfentwickelung führte, die in Abb. 10, Taf. XLV dargestellt sind. Gleichzeitig sind auch die beobachteten Rückdrucke in den Niederdruckzylindern und die Kohlenverluste $\mathfrak{K}'$ in der Rauchkammer in ihrer Abhängigkeit von der Blasrohröffnung dargestellt.

Hiernach wurde der Eigenwiderstand der Lokomotive, und zwar zunächst als Fahrzeug durch Auslaufversuche und dann auch als Triebmaschine unter Dampf durch Beschleunigungsversuche mittels Nachrechnung der Dampfspannungs-Schaulinien festgestellt.

Die Ergebnisse der ersteren zeigt Abb. 11 und 12, Taf. XLV, die anderen, die hier zum ersten Male versuchsweise ermittelt sind, erfordern zunächst eine besondere Betrachtung.

*) Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses in der Abhandlung über: „Versuchsfahrten mit Lokomotiven und Bearbeitung ihrer Ergebnisse“, Jahrg. 1900, Seite 51 und Abb. 14.



Soll der Eigenwiderstand einer Lokomotive unter Dampf bei einem gewissen Füllungsgrade festgestellt werden, so wird die Lokomotive auf einer bestimmten, am besten wagerechten Versuchstrecke bei dieser unveränderlichen Füllung in Gang gesetzt und die Beschleunigung durch Beobachtung und Aufzeichnung der Geschwindigkeit festgesetzt. (Abb. 13 bis 15, Taf. XLV.

Bezeichnet dann P^{kg} die bewegende, Z^{kg} die aus den Schaulinien berechnete Zugkraft, W^{kg} den Widerstand der Lokomotive, G^{t} deren Gewicht, M ihre Masse, $v^{km\,St.}$ die Geschwindigkeit, $f^{m\,Sek.^2}$ die Beschleunigung $= \frac{dv}{dt}$ und $w^{kg}/_{t}$ den Eigenwiderstand für die Gewichtseinheit, so ist die Bewegungsgleichung

$$P = M \,.\, f = Z - W = Z - G \,.\, w = \frac{G \,.\, 1000}{g \,.\, 3{,}6} \cdot \frac{dv}{dt}.$$

Da nun $\frac{dv}{dt}$ = der Tangente der Beschleunigungslinie $= \operatorname{tg} \varphi$ ist, so erhält man für einen beliebigen Zeitpunkt t und die Geschwindigkeit v den gesuchten Eigenwiderstand

$$w = \frac{Z}{G} - 28{,}3 \,.\, \operatorname{tg} \varphi.$$

$Z : G$ ist die bewegende, und $28{,}3 \,.\, \operatorname{tg} \varphi$ die beschleunigende Kraft, wie sie aus der tatsächlichen Bewegung folgt, ebenfalls in kg/t.

Die berechnete Kraft Z einer Lokomotive nimmt bei unveränderlicher Füllung und wachsender Geschwindigkeit ab, in ähnlicher Weise auch die bewegende Kraft P, bis ihr Unterschied, der Eigenwiderstand, nach Erreichung des Beharrungszustandes unveränderlich wird.

Hiernach ist der Eigenwiderstand der Versuchslokomotive unter Dampf in seiner Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und dem Füllungsgrade ermittelt, indem der Versuch für drei verschiedene Füllungen angestellt wurde.

Es ergab sich, dafs der Eigenwiderstand der Lokomotiven, nicht wie bei den Wagen, teilweise mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, sondern mehr in geradlinigem Verhältnisse; er nimmt aber stark mit der Füllung zu. Abb. 14 und 15, Taf. XLV zeigen diese Abhängigkeiten.

Schliefslich mufs auch noch die Feststellung der Eigenschaften der zu den eigentlichen Versuchsfahrten bestimmten Kohle und die der zweckmäfsigsten Zahl der Roststäbe zu den Vorversuchen gerechnet werden.

V. Die eigentlichen Versuchsfahrten.

Diese Versuche, die die Feststellung der Lokomotivkraft in Gestalt der für den Betrieb erforderlichen Leistungsübersichten bezwecken, verlangen eine gewisse Sorgfalt in ihrer Ausführung, worüber hier folgendes erwähnt werden soll.

Der Regler wurde stets soweit geöffnet, dafs jede Drosselung des Dampfes vermieden wurde; denn es bedarf keiner weiteren Erörterung, dafs die Lokomotivkraft und der Wirkungsgrad mit der Dampfspannung wächst. Nur beim Schleudern und bei etwa eintretender Dampfnässe, die indes zu vermeiden ist, mufs der Regler auf wenige Augenblicke geschlossen werden.

Der Füllungsgrad ergibt sich bei jeder Zugstärke von selbst nach dem Grade der Dampfbildung, was an der Dampfspannung und dem Stand des Kesselwassers, die beide auf regelmäfsiger Höhe bleiben müssen, sichtbar wird; sie sind also unausgesetzt zu beobachten.

Die durch die Versuche erlangten Ergebnisse entsprechen daher uneingeschränkt den Beharrungszuständen der Dampferzeugung und der bewegenden Kraft, so dafs die beschleunigende und verzögernde Kraft unter allen Umständen verschwinden. Bei jeder scheinbar noch so geringen Beschleunigung oder Verzögerung geht das Urteil über die Leistungsfähigkeit der Lokomotive verloren.

Um den Kohlenverbrauch einwandfrei festzustellen, wurde jedesmal zur Anheizung der Lokomotive eine vorher bestimmte Anzahl Kohlenziegel bereit gelegt und der Vorrat für die folgende Fahrt so übersichtlich auf dem Tender aufgebaut, dafs Bestand und Verbrauch schnell und sicher festgestellt werden konnten. Auch die Ölausgabe wurde scharf überwacht.

Da es sich darum handelt, die Lokomotivkraft für verschiedene Steigungsgrade und Geschwindigkeiten zu ermitteln, so ist es unerläfslich, die Versuche auf wenigstens vier möglichst verschiedenen Steigungen auszuführen. In diesem Falle geschah es auf $1 : \infty$, $1 : 200$, $1 : 100$ und $1 : 30$. Da die Eisenbahndirektion Hannover nicht über alle vier verfügt, so wurden die Versuchsfahrten für 1 : 100 auf der Strecke Hettstädt—Mansfeld im Bezirke der Eisenbahndirektion Magdeburg und für 1 : 30 auf der Strecke Erkrath—Hochdahl der Eisenbahndirektion Elberfeld ausgeführt.

Hierbei ist folgendes zu beachten: Die Zugkraft einer Lokomotive setzt sich aus drei Teilen zusammen, denn die aus den Dampfspannungs-Schaulinien ermittelte Kraft Z ist

$$= G_1 \, w_1 + G \, w + (G_1 + G) \, n.$$

Da nun die von der Geschwindigkeit abhängigen Widerstände w und w_1 nur durch eine gröfsere Zahl besonderer Versuchsfahrten ermittelt werden können, so wird der Wert von Z um so sicherer erhalten, je gröfser die Steigung ist, da dann der dritte von Haus aus bekannte Teil des Wertes von Z die beiden anderen überwiegt. Daher kann eine geringe Zahl von Versuchsfahrten auf einer möglichst starken Steigung nicht entbehrt werden, selbst wenn die Versuchslokomotive nicht für eine solche bestimmt ist. Man erlangt dadurch eine von dem schwierigen Verfahren der Aufnahme von Schaulinien möglichst unabhängige Ermittelung der Zugkraft.

Allerdings mufs bemerkt werden, dafs eine genau wagerechte Versuchstrecke auch ihren Vorzug hat, da auf ihr durch Rückfahrten der Einflufs des Kopfwindes festgestellt und bei der Beurteilung der Zugkraft ausgeschieden werden kann. Der Einflufs des Seitenwindes kann aber nur durch vergleichende Versuche mit dem Kraftmesser, durch Ablaufversuche oder durch Rechnung gefunden werden. In dem oben erwähnten Aufsatze ist versucht, eine solche Berechnung aufzustellen.

Hiernach sind folgende Versuchsfahrten ausgeführt worden:

Zusammenstellung II.

Steigung	auf der Strecke	Zahl
1 : ∞	Lehrte — Gardelegen .	20
1 : 200	Brackwede—Isselhorst .	12
1 : 100	Hettstädt—Mansfeld .	6 und
1 : 30	Erkrath—Hochdahl .	7
	im ganzen	45

Da sich ferner bei den vom Ministerium angeordneten Versuchen zur Bestimmung der Eigenwiderstände der Wagen ganz erhebliche Unterschiede herausgestellt haben, so ist es unerläfslich, bei allen derartigen Versuchen auch die Bauart der benutzten Wagen anzugeben. Diese waren hier folgende:

Auf der wagerechten Versuchstrecke nur dreiachsige C-Wagen,
« 1 : 200 desgleichen,
« 1 : 100 bei den Fahrten Nr. 33 und 34 ebenfalls, bei den Fahrten Nr. 35 bis 38 nur vierachsige AB-Wagen,
« 1 : 30 nur dreiachsige C-Wagen.

Die Eigenwiderstände dieser Wagen wurden durch besondere Versuche ermittelt, die zu den dreigliedrigen Formeln führten:

a. dreiachsige Wagen

$$w^{kg/t} = 0{,}7 + \frac{v^{km/St}}{100} + \frac{(v^{km/St})^2}{1800}$$

b. vierachsige Wagen

$$w^{kg/t} = 0{,}5, + \frac{v^{km/St}}{110} + \frac{(v^{km/St})^2}{2000}$$

Um einen weitern Überblick über die Ausdehnung der Versuche zu gewinnen, sind hierunter noch die Grenzwerte angegeben, zwischen denen sich die Versuche bewegten.

Steigung der Versuchstrecke . . . 0 bis 30 ‰
Zugstärke . . . . 0 bis 100 Achsen = 0 bis 543 t
Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande . . . . 16 bis 119 km/St.
Umdrehungszahl der Triebachsen . . 0,72 bis 5,52 in der Sekunde.
Hochdruckfüllung . . . . 30 bis 61 %
Saugwirkung in der Rauchkammer . 6 bis 24 cm Wassersäule
Der mittlere zusammengesetzte wirkliche Dampfdruck $p_{m1} = p_m + \frac{d'^2}{d^2} \cdot p_m = 2{,}75$ bis 15,11 at
Der mittlere Überdruck in den Hochdruckschieberkästen p_1 . . . . 12,0 bis 13,6 at
Der mittlere Überdruck im Verbinder p_r 1,2 bis 4,8 at
Aus den Schaulinien ermittelte Zugkraft Z_i . . . . 1027 bis 5645 kg
Zugkraft am Zughaken . . . . . . 0 bis 3175 kg
Aus den Schaulinien ermittelte Leistung L_i . . . . 312 bis 940 P.S.
Leistung am Zughaken L . . . . 0 bis 600 P.S.
Kohlenverbrauch K . . . . . . 406 bis 1188 kg/St.
Wasserverbrauch M . . . . . . 4000 bis 9940 «

Um bei diesen Versuchen gleichzeitig auch bestimmte wissenschaftliche Ergebnisse zu erlangen, sind folgende Beobachtungen und Ermittelungen angestellt und folgende Werte festgestellt worden:

1. die Füllungsgrade,
2. die Beharrungsgeschwindigkeiten,
3. die Beschleunigungen,
4. die Bremswege,
5. die mittleren wirklichen Dampfspannungen im Kessel,
6. « « « « in den Hochdruckschieberkästen,
7. die mittleren wirklichen Dampfspannungen im Verbinder,
8. die Saugwirkung,
9. die Dampfverteilung in den Zylindern,
10. alle in der Untersuchung durch Schaulinien enthaltenen Ermittelungen über Einströmung, Dampfdehnung, Vorausströmung, Ausströmung und Zusammendrückung des Dampfes, insbesondere über den Rückdruck,
11. Einflufs der Niederdruckfüllungen,
12. die Zugkraft aus den Schaulinien Z_i,
13. am Tenderhaken Z,
14. die Leistungen aus den Schaulinien L_i,
15. die Leistungen am Tenderhaken L,
16. Kohlenverbrauch K,
17. Kohlenverluste $\mathfrak{K} + \mathfrak{K}'$,
18. Dampfverbrauch M_2,
19. Dampfentwickelung M_3,
20. Wasserverluste $\mathfrak{B} + \mathfrak{B}'$,
21. Dampfverluste $\mathfrak{B}''$,
22. Wasserverbrauch M_1.

Bei den Versuchen wurden folgende Vordrucke benutzt.

Bemerkungen.

Kohlen:

Rest von Fahrt Nr.	kg
Zugeladen in	kg
Vorrat für Fahrt Nr.	kg
Rest von Fahrt Nr.	kg
Verbrauch für Fahrt Nr.	kg

Öl:

Rest von Fahrt Nr.	kg
Zugeladen in	kg
Zum Füllen der Ölgefässe	kg
Vorrat für Fahrten Nr.	kg
Rest von Fahrten Nr.	kg
Verbrauch für Fahrten Nr.	kg

Fahrt Nr. ....

Anzahl der Achsen: ....

Lokomotiv-Nr. ....

Lokomotivgewicht: .... t

Wagengewicht: .... t

Ganzes Gewicht: .... t.



Tag .... Fahrt Nr. ....

Strecke: ....

Achsen .... = ... t.

Tender .... Wasserstände .... durchschnittlich

Abfahrt ....

Ankunft ....

Verbrauch aus dem Tender ....

.... Abfahrt .... Ankunft.

Kessel: ....

Ganzer Verbrauch ....

$\varepsilon =$ .... ; $\varepsilon' =$ .... ; $p =$ ....

$q_1 =$ .... ; $p_r =$ .... ; $v =$ ....

$\varphi =$ .... ; $\varepsilon v =$ .... ;

Beharrungszustand: ....

Luftwärme .... Wasserwärme ....

Wetter .... Wind ....

Wasserverbrauch .... = ...

Anheizen .... = ...

Feuertiefe ....

Kohlenverbrauch auf der Fahrt: ....

Asche: .... Körbe ....

Lösche: .... „ .... = ... Ziegel

Gepumpt: .... = ... mal

Rauchkammerspritze .... = ... „

Öler .... Min.

Luftpumpe .... „

Abblasen .... mal

Dampfnässe .... „

Blasrohrstellung ....

Wasserverlust .... kg

Dampfverlust .... „

Diese zum Teil nur wissenschaftlichen Untersuchungen haben den Zweck, zu einer einfachen Theorie beizutragen, die für eine leichtere Bestimmung der Lokomotivkraft und des Dampfverbrauches ohne so umfassende, zeitraubende und kostspielige Versuche, geeignet erscheint.

Unmittelbare Untersuchungen über Verbrennung und Wärmewirtschaft sind hier unterblieben; sie würden zwar für die Theorie der Lokomotive höchst wünschenswert sein, sie könnten aber leichter und sicherer in einer Lokomotivprüfanstalt durchgeführt werden.

VI. Die Versuchsergebnisse.

Von den 45 ausgeführten Versuchsfahrten ist zunächst nur für jede Versuchstrecke eine als Beispiel herausgegriffen, um dadurch zu zeigen, welche Beobachtungen überhaupt angestellt worden sind. Diese Ergebnisse sind in den Zusammenstellungen III bis VIII und den Abb. 16 bis 29, Taf. XLVI enthalten, und zwar in

Zusammenstellung III die unmittelbar aus den Fahrten Nr. 13, 26, 38 und 45 erlangten Beobachtungswerte,

Abb. 16 bis 19, Taf. XLVI die streckenweise festgestellten mittlern Geschwindigkeiten,

Abb. 20 bis 23, Taf. XLVI die Saugwirkung in der Rauchkammer,

Abb. 24 bis 27, Taf. XLVI der Wasserstand im Kessel,

Zusammenstellung IV die Fahrleistungen,

Zusammenstellung V die berechneten Leistungen:

a. für den Beharrungszustand,

b. im Durchschnitte.

Zusammenstellungen VI bis VIII der Verbrauch von Heizstoff, Dampf- und Schmierstoff,

Abb. 28, Taf. XLVI die betreffenden Schaulinien für den Beharrungszustand und

Abb. 29, Taf. XLVI die Schlingeraufzeichnungen.

Dagegen sind die übrigen Anlagen gröfstenteils aus allen 45 Versuchsfahrten hervorgegangen.

Dem Zwecke der Versuche entsprechend sind insbesondere die Zuglasten bestimmt worden, die die Lokomotive auf den verschiedenen Steigungen dauernd befördern kann. Sie sind nebst einigen anderen Angaben in den Abb. 30 bis 34, Taf. XLVI und den Zusammenstellungen IX bis XII enthalten, und zwar bezieht sich

Abb. 30, Taf. XLVI auf die eigentlichen Versuchsergebnisse auf den vier Versuchsstrecken,

Abb. 31, Taf. XLVI dient dem Zwecke der durch Vertauschung der Längen und Höhen zu bewirkenden Zwischenrechnung, indem die Zuglasten G als Abhängige der Steigung n bei unveränderlicher Geschwindigkeit v dargestellt sind,

Abb. 32, Taf. XLVI enthält die durch diese Zwischenberechnung ergänzten Leistungslinien für die Steigungen $1:\infty$, $1:500$, $1:300$, $1:200$, $1:150$, $1:70$, $1:60$, $1:50$ und $1:40$ gleichzeitig mit den Linien für die Zugkraft Z_i und für die Leistung L_i nach den Dampfdruckschaulinien. Zusammenstellung IX ist die bekannte für den Lokomotivdienst bestimmte Leistungsübersicht in der üblichen Anordnung.

Besondere Beachtung verdienen die wagerechten und lotrechten Quergeraden der Leistungslinien. Die Schnittpunkte der ersteren geben die Geschwindigkeiten auf verschiedenen Steigungen bei gleicher Zugstärke, die den Fahrplänen zu Grunde gelegt werden müssen. Trägt man diese in der Zusammenstellung X aufgeführten Geschwindigkeiten als abhängige von der Steigung auf, wie dies in der Abb. 33, Taf. XLVI geschehen ist, so erhält man ein einfaches Mittel, die Fahrzeiten ohne vorherige Berechnung von Betriebslängen festzusetzen. Soll zum Beispiel der Fahrplan für die Versuchslokomotive für eine Zuglast von 50 Achsen dreiachsiger Wagen zu 6 t = 300 t aufgestellt werden, so erhält man durch die entsprechende Wagerechte die Geschwindigkeiten:

für 1 : n	die Geschwindigkeit v =
$1:\infty$	85 km/St. (Grundgeschwindgkeit)
1 : 500	75 „
1 : 300	69 „
1 : 200	61 „
1 : 150	48 „



Zusammenstellung III.

Fahrt Nr.	Zugstärke Achsen	Zuggewicht t
13	39	208,3
26	39	203,5
38	16	161,5
45	6	36,8

Wasserverluste: Strahlpumpe anstellen	1 mal	= 8 kg
„ Rauchkammerspritze	1 „	= 10 „
„ Kohlenspritze	1 „	= 10 „
Dampfverluste Luftpumpe	1 Min.	= 12 „
„ Öler	1 „	= 1,25 „

Nr.	Gegenstand	Einheit	Fahrt Nr. 13 (1 : ∞)	26 (1 : 200)	38 (1 : 100)	45 (1 : 30)
1	Zugstärke	Achsen	39	39	16	6
2	Ganze Fahrzeit	Min.	69	13	$9^1/_2$	$5^1/_2$
3	Durchschnittliche Geschwindigkeit	km/St.	88,7	61,4	58,1	30,6
4	Gröfste erreichte „	„	101	76	75	42
5	Kohlenverbrauch zum Anheizen	kg	620	620	620	620
6	„ auf der Fahrt	„	1150	nicht gemessen		
7	Länge der durchfahrenen Strecke	km	102	13,3	9,2	2,8
8	Wasserverbrauch aus dem Tender	kg	9875	1449	1180	643
9	„ „ „ Kessel	„	100	20	50	50
10	Ölverbrauch: Mineralöl	„	2,0	nicht gemessen		
11	„ Mischöl	„	1,25			
12	„ Talg	„	0,25			
13	Rückstände: Rauchkammer	„	150	nicht gemessen		
14	„ Aschkasten	„	75			
15	Wind-Stärke	Nr.	2	1	1	2
16	Wind-Richtung	—	→ ↗	→ ↗	→ ↗	→ ↘
17	Beharrungszustand: Hochdruckfüllung	%	34,0	43,0	51,0	58,1
18	„ Niederdruckfüllung	„	80,6	80,6	80,6	80,6
19	„ Geschwindigkeit	km/St.	96	76	62,5	42
20	Strahlpumpe angestellt	mal	41	4	6	1
21	„ Wasserverlust	kg	328	32	48	8
22	Rauchkammerspritze angestellt	mal	8	—	—	—
23	„ Wasserverlust	kg	80	—	—	—
24	Luftpumpe, voller Gang	Min.	15	4	4	—
25	„ Dampfverlust	kg	180	48	48	—
26	Kohlenspritze angestellt	mal	6	—	—	—
27	„ Wasserverlust	kg	60	—	—	—
28	Öler im Gange	Min.	70	13	10	5
29	„ Dampfverlust	kg	87	16	12	6

Zusammenstellung IV.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 13 (1 : ∞)	26 (1 : 200)	38 (1 : 100)	45 (1 : 30)
1	Länge der Versuchstrecke	km	s	102	13,3	9,2	2,8
2	Zugstärke	Achsen	—	39	39	16	6
3	Zuggewicht	t	G	208,3	203,5	161,5	36,8
4	Gewicht einer Achse	„	—	5,34	5,22	10,10	6,13
5	Achskilometer	—	—	3978	518,7	147,2	16,8
6	Nutztonnenkilometer	—	Gs	21246,6	2706,6	1458,8	103,0
7	Durchschnittliches Lokomotivgewicht	t	G_1	88,0	87,0	91,2	91,5
8	Bruttotonnenkilometer	—	$(G_1 + G)$ s	30222,6	3863,7	2324,8	359,2

Ist dann ferner s die Entfernung zweier Stationen, z. B. auf der Steigung 1 : 200, durch die der Zug ohne Aufenthalt und Geschwindigkeitsänderung durchfahren soll, so ist die gesuchte Fahrzeit

$$t = \frac{60 \cdot s}{v} = \frac{60 \cdot s}{61} \text{ Minuten.}$$

Soll aber auf einer Station gehalten werden, so sind für die Verzögerung und Beschleunigung die entsprechenden Zuschläge zur Fahrzeit zu geben.

Da die Linien der Abb. 33, Taf. XLVI innerhalb gewisser Grenzen nur wenig von Geraden abweichen, so kann die Abhängigkeit der Zuggeschwindigkeit von dem Steigungsgrade der Strecke mit grofser Annäherung als eine gerade betrachtet, also

$$v = a + bn$$

gesetzt werden, zum Beispiel im vorliegenden Falle

$$v = 85 - 4{,}8\,n.$$

Der Wert a entspricht der Grundgeschwindigkeit $v_0 = 85^{km/St}$, der Wert b aber der Steigung, das heifst dem Grade der Geschwindigkeitsänderung, die die Steigung erfordert, damit der Zug bei gleichmäfsiger Beanspruchung der Lokomotive ohne Vorspann befördert werden kann.

Dies Verfahren der Aufstellung der Fahrpläne nach der vorhandenen Lokomotivkraft ist einfacher, als das bisher übliche.

Die lotrechten Querlinien entsprechen unveränderlicher Geschwindigkeit und geben daher die Zugbelastungen auf verschiedenen Steigungen; sie können also dazu benutzt werden, den Eigenwiderstand der Fahrzeuge auch aus diesen Leistungsversuchen zu ermitteln. Werden zum Beispiel, um zu den gewünschten Ergebnissen zu gelangen, die Lotrechten der fünf Geschwindigkeiten $v = 42$, 53, 63, 80 und $95^{km/St.}$ ausgewählt, so erhält man aus den Schnittpunkten mit den betreffenden Leistungslinien, die in der Zusammenstellung XI enthaltenen und in Abb. 34, Taf. XLVI dargestellten Werte der Zuglasten G, der Füllungsgrade ε, der Zugkräfte Z_i, sowie der aus folgender Berechnung sich ergebenden Eigenwiderstände:

a) der Lokomotive im Dampfe w_1 und b) des Wagenzuges w.

$$Z_i \text{ ist} = G_1 w_1 + Gw + (G_1 + G) n.$$

Der Eigenwiderstand der Wagen kann $w = a + bv^2$ gesetzt werden, während derjenige der Lokomotive im Dampfe nach Abb. 13 bis 15 Taf. — auch vom Füllungsgrade abhängt, und annähernd durch einen Ausdruck von der Form

$$w_1 = a_1 + b_1 v + c_1 \varepsilon^2$$

dargestellt werden kann.

Werden diese Ausdrücke für die verschiedenen Geschwindigkeiten und Füllungsgrade in die Formel für Z_i eingesetzt, so erhält man eine Reihe von Gleichungen zur Bestimmung der Werte a, b, a_1, b_1 und c_1. Man kann aber die Werte für w und w_1 auch unmittelbar aus den Z_i-Gleichungen erlangen; sie sind in Abb. 34 Taf. XLVI dargestellt.

Zusammenstellung V.

a) Im Beharrungszustande.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 13	26	38	45
1	Steigung	—	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
2	Zuggeschwindigkeit	km/St	v	96	76	62,5	42
3	Eigenwiderstand der Lokomotive	kg/t	w_1	10,6	6,1	7,0	5,0
4	„ „ Wagen	„	w	6,7	4,7	3,0	2,1
5	Ganzer Eigenwiderstand der Lokomotive	kg	$Z_1 = G_1 (w_1 + n)$	932,8	1139,7	1550,4	3504,5
6	„ „ Wagen. Zugkraft am Tenderhaken Z	„	$Z = G.(w + n)$	1395,6	1973,9	2099,5	1302,7
7	Ganze Zugkraft nach $Z_i = (5 + 6)$	„	$Z_i = G_1(w_1 + n) + G(w + n)$	2328,4	3113,6	3649,9	4807,2
8	Leistung nach den Schaulinien $L_i = \frac{Z_i . v}{270}$	PS	L_i	828	876	845	748
9	Zugkraft nach den Schaulinien	kg	Z_i	2309	3004	3613	5070
10	Leistung nach den Schaulinien $L_i = \frac{Z_i . v}{270}$	PS	L_i	821	830	836	788
11	Zugkraft nach den Schaulinien: Reibungslast	kg/t	Z_i / A	72,2	93,9	114,1	158,5
12	Zugkraft nach den Schaulinien: Dienstgewicht ohne Tender	„	Z_i / G'	42,8	55,6	67,6	93,9
13	Zugkraft nach den Schaulinien: Heizfläche	gk/qm	Z_i / H	18,9	24,6	29,5	41,6
14	Leistung nach den Schaulinien: Heizfläche	PS/qm	L_i / H	6,8	6,9	6,9	6,5
15	Leistung der Lokomotive für sich	PS	$\frac{G_1 (w_1 + n) . v}{270}$	331	321	359	545
16	Leistung in % der ganzen Leistung	%	$\frac{G_1 (w_1 + n) . v . 100}{270 L_i}$	40	36	43	74
17	Wirkliche Leistung am Wagenzuge	PS	$\frac{G . (w + n) . v}{270}$	496	555	486	203
18	Wirkliche Leistung in % der ganzen Leistung	%	$\frac{G (w + n) . v . 100}{270 L_i}$	60	64	57	26

b) Im Durchschnitte.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Bezeichnung	13	26	38	45
1	Steigung	—	—	1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 30
2	Zuggeschwindigkeit	km/St	v_m	88,7	61,4	58,1	30,6
3	Eigenwiderstand der Lokomotive	kg/t	w_{m1}	9,6	6,6	6,3	4,1
4	„ „ Wagen	„	w_m	5,9	3,4	2,7	1,5
5	Ganzer Eigenwiderstand der Lokomotive	kg	$G_1 . (w_{m1} + n)$	844,8	1009,2	1486,6	3422,1
6	„ „ „ Wagen	„	$G . (w_m + n)$	1228,9	1709,4	2051,1	1280,6
7	Ganze Zugkraft nach (5 + 6)	„	Z_m	2073,7	2718,6	3537,7	4702,7
8	Leistung nach den Schaulinien	PS	L_m	681	618	761	533

Zusammenstellung VI.

Nr.	Gegenstand Kohlenverbrauch F = 2,28 qm. H = 122 qm	Einheit	Bezeichnung	Fahrt No. 13
1	Zum Anheizen	kg	K'	620
2	Auf der Fahrt	„	K	1150
3	Rückstände auf dem Roste und im Aschkasten (Schlacke)	„	$\mathfrak{K}$	75
4	Rückstände in der Rauchkammer (Lösche)	„	$\mathfrak{K}'$	150
5	Verhältnis zu K.	%	$\frac{\mathfrak{K}}{K} . 100$	6,5
6	„ „ „	„	$\frac{\mathfrak{K}'}{K} . 100$	13
7	„ „ „	„	$\frac{\mathfrak{K} + \mathfrak{K}'}{K} . 100$	19,5
8	K in der Stunde	kg	k	1015
9	K + K' in der Stunde	„	k_1	1562
10	K für 1 qm Rostfläche	kg/qm	$\mathfrak{k} = \frac{k}{F}$	445
11	„ „ 1 „ Heizfläche	„	$\mathfrak{k}_1 = \frac{k}{H}$	8,3
12	„ „ 1 Stunde und Pferdekraft	kg/P. S. St.	$\varkappa = \frac{\eta}{\xi} . \frac{k}{Lm}$	1,26
13	K für 1 Zugkilometer	kg/km	—	11,3
14	K + K' „ 1 „	„	—	17,4
15	K „ 1 Achskilometer mit Lokomotive	„	—	0,24
16	K + K' „ 1 „ „ „	„	—	0,37
17	K „ 1000 Bruttotonnenkilometer mit Lokomotive	kg/1000 tkm	—	38,2
18	K + K' „ 1000 „ „ „	„	—	58,8
19	K „ 1000 Nutztonnenkilometer ohne Lokomotive	„	—	510,3
20	K + K' „ 1000 „ „ „	„	—	83,7

Ein Vergleich der hieraus folgenden Werte für Z_i ist in der Zusammenstellung XII angegeben.

Hiernach bot sich eine Gelegenheit, die auf vierfache Weise ermittelten Zugkräfte Z_i mit einander zu vergleichen. In der Zusammenstellung XII bedeutet

- Z' die aus den Schaulinien,
- Z'' die aus den Ablaufversuchen,
- Z''' die aus den Beschleunigungsversuchen unter Dampf und unmittelbar durch den Kraftmesser,
- Z'''' die aus den Leistungslinien abgeleiteten Werte der Zugkraft, was zu folgender Beurteilung Anlafs gibt.

Bei den zu den kleinen Geschwindigkeiten gehörigen Ziffern ist die Reibung von Einflufs, deren Wertziffer zum Beispiel $\frac{5800}{32000} = \frac{1}{5,5}$ nicht immer zutreffen wird, denn er ist von der zufälligen Beschaffenheit der Schienenoberfläche abhängig. Nimmt man als mittlern Wert $\frac{1}{6}$ an, so entspricht ihm eine Dampfdruck-Zugkraft an der Reibungsgrenze

$$= \frac{32000}{6} = 5333 \text{ kg}.$$

Im übrigen zeigt der Vergleich, dafs die Untersuchung durch Dampfdruckschaulinien und die Leistungsversuche die mittleren Werte liefert, ohne jedoch, immer von der Überschreitung der Reibungsgrenze abgesehen, sehr erhebliche Abweichungen bei den vier von einander unabhängigen Ermittelungsarten zu erhalten.

Der Einflufs der Niederdruckfüllung.

Während der Nachweis dieses Einflusses durch Dampfdruckschaulinien bereits in früheren Abhandlungen*) geführt worden ist, haben wir uns hier auf Beobachtungen beschränkt, die ohne Berechnung nur durch Anschauung zu einer Beurteilung führen. Wir haben so die Bedeutung der Niederdruckfüllung dargelegt:

a. durch unmittelbare Beobachtungen bei den Versuchsfahrten:
   1. indem die Niederdruckfüllung bei ein und derselben Fahrt, also unter gleichen Verhältnissen streckenweise geändert wurde. Abb. 35 und 36, Taf. XLVI,
   2. indem die ganzen Versuchsfahrten mit ungleichen Niederdruckfüllungen wiederholt wurden: Abb. 37 bis 39, Taf. XLVI;

b. durch die bei der Ermittelung des Eigenwiderstandes der Lokomotive unter Dampf angestellten Beschleunigungsversuche: Abb. 40, Taf. XLVI.

*) Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses in der Abhandlung über: „Versuchsfahrten mit Lokomotiven und Bearbeitung ihrer Ergebnisse“, Jahrg. 1900, Seite 51 und Abb. 14.



Zusammenstellung VII.

Nr.	Gegenstand Dampfverbrauch $H = 122$ qm, $\xi = 7{,}5$, $\zeta = 7568$ W-E	Einheit	Bezeichnung	Fahrt Nr. 13	26	38	45
1.	Aus dem Tender } Wasserverbrauch	kg	M	7875	1449	1180	643
2.	„ „ Kessel } Wasserverbrauch	„	$+ M'$	100	20	50	50
3.	Verhältnis beider	%	$\frac{M'}{M} . 100$	1,0	1,4	4,2	7,8
4.	Im ganzen $M + M'$	„	M_1	9975	1469	1230	693
5.	Tenderwasserverlust, Strahlpumpen-Schlabberwasser	„	$\mathfrak{B}$	328	32	48	8
6.	Verhältnis	%	$\frac{\mathfrak{B}}{M_1} . 100$	3,3	2,2	3,9	1,2
7.	Kesselwasserverlust, Kohlen-, Rost- und Rauchkammerspritze	„	$\mathfrak{B}'$	140	—	—	—
8.	Dampfverlust,	„	$\mathfrak{B}''$	180	48	48	—
	Luftpumpe und Öler	„		87	16	12	6
9.	Summe der Verluste	„	$\Sigma \mathfrak{B}$	735	96	108	14
10.	Verhältnis	%	$\frac{\Sigma \mathfrak{B} . 100}{M_1}$	7,4	6,5	8,8	2,0
11.	Wasser- und Dampfverbrauch der Maschine $= M_1 - \Sigma \mathfrak{B}$	—	M_2	9240	1373	1222	679
12.	Wasser entsprechend der Dampfwärme von M'	„	$\pm 0{,}7\, M'$	70	14	35	35
13.	„ „ „ „ „ $\mathfrak{B}'$	„	$- 0{,}7\, \mathfrak{B}'$	98	—	—	—
14.	Dampfentwickelung $= M \pm 0{,}7\, M' - \mathfrak{B} - 0{,}7\, \mathfrak{B}'$	„	M_3	9519	1431	1167	670
15.	Fahrzeit im Dampfe	Min.	t'	68	12	9	5
16.	M in der Stunde	kg/St.	m	8713	7245	7867	7716
17.	M_1 „ „ „	„	m_1	8801	7345	8200	8316
18.	M_2 „ „ „	„	m_2	8153	6865	8147	8148
19.	M_3 „ „ „	„	m_3	8399	7155	7780	8040
20.	Mittlerer Dampfüberdruck im Kessel	at	p	13,8	14,1	14,0	14,1
21.	„ „ „ Hochdruckschieberkasten	„	p_1	13,1	13,6	13,2	13,6
22.	Füllungsgrad	%	ε	34	43	51	58
23.	Zuggeschwindigkeit im Beharrungszustande	km/St.	v	96	76	62,5	42
24.	Produkt	—	$\varepsilon\, v$	3264	3268	3187	2436
25.	Berechneter Dampfverbrauch $= \frac{u . \varepsilon . v . \gamma}{1000}$	kg/St.	m	8528	6279	7818	4785
26.	Mittlere Zuggeschwindigkeit	km/St.	v_m	88,7	61,4	58,1	30,6
27.	Saugwirkung	cm	φ	20	16	18	14
28.	Mittlere Zugkraft aus den Schaulinien	kg	Z_m	2450	3320	3700	6097
29.	„ Leistung „ „ „	P.S.	L_m	805	755	795	691
30.	Dampfverbrauch	kg/P.S.St.	$\eta = \frac{m_2}{L_m}$	10,1	9,1	10,2	11,8
31.	Wärmemenge des Dampfes	W.E.	λ	665,8	666,3	665,9	666,3
32.	Wärme des Speisewassers	„	q	10	7	6	5
33.	Kalorischer Wirkungsgrad	—	$\frac{A . L_m . 60 . 60 . 75 . 100}{m_2 (\lambda - q)}$	9,6	10,6	9,4	8,2
34.	Thermodynamischer Wirkungsgrad	—	$\frac{\frac{1}{424} . 60 . 60 . 75}{\frac{\eta}{\xi} . \zeta}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{19}$
35.	Dampfentwickelung auf 1 qm Heizfläche	kg/qm	$\frac{m_3}{H}$	69	59	64	66
36.	„ „ 1 „ „ im Verhältnisse zur Saugwirkung	—	$\frac{m_3}{H\, \varphi}$	3,5	3,7	3,6	4,7
37.	M_1 für 1 Zugkilometer	kg/km	—	98	110	134	248
38.	„ „ 1 Achskilometer mit Lokomotive	„	—	2,1	2,4	5,6	17,7
39.	„ „ „ „ ohne „	„	—	2,5	2,8	8,4	41,3
40.	„ „ 1000 Bruttotonnenkilometer mit Lokomotive	$\frac{kg}{1000\ tkm}$	—	330	380	529	1929
41.	„ „ 1000 Nutztonnenkilometer ohne „	„	—	470	543	843	6728

Zusammenstellung VIII.

No.	Gegenstand Schmiermittel	Einheit	Fahrt 13 Zugstärke 1 : ∞	Vergleich mit der 2/5 gekuppelten Lokomotive Grafenstaden 40 Achsen	2/5 gekuppelten Lokomotive Hannover 40 Achsen
	Schmiermaterial				
1	Für die Teile, die nicht in Dampf gehen, Öl und Talg	kg	2,5	12	7,5
2	Für die in Dampf gehenden Teile	„	1,25	3,5	4
3	1 und 2 im Ganzen	„	3,5	15,5	11,5
4	Nr. 1 für 1000 Lokomotivkilometer	$\frac{\text{kg}}{\text{1000 km}}$	22,1	49,2	30,75
5	„ 2 „ 1000 „	„	12,3	14,4	16,40
6	4 und 5 im Ganzen	„	34,4	63,6	47,2
7	No. 3 in der Stunde	kg/St	2,98	5,5	4,4
8	„ 3 für 1 Stunde und Pferdekraft	$\frac{\text{gr}}{\text{P.S.St.}}$	43,8	55	39

Zusammenstellung IX.

Geschwindigkeit km/St.	Geförderte Wagenlast in t auf den Steigungen. 1 : ∞	1 : 500	1 : 300	1 : 200	1 : 150	1 : 100	1 : 60	1 : 50	1 : 40	Zugkraft aus den Schaulinien kg	Leistung aus den Schaulinien P. S.
30	—	—	—	—	—	270	148	122	87	5100	567
40	—	—	—	—	345	245	128	107	70	4700	696
50	—	—	—	415	285	205	105	82	52	4225	783
60	—	—	400	330	230	170	88	67	38	3650	811
70	570	350	288	240	180	137	67	50	—	3150	817
80	380	245	200	168	135	108	=	—	—	2750	816
90	250	175	158	128	102	88	—	—	—	2440	815
100	175	138	118	98	76	—	—	—	—	2200	814

Zusammenstellung X.

Zahl der Achsen zu 6 t.	Geschwindigkeit bei unveränderter Zuglast für verschiedene Steigungen. 1 : ∞	1 : 500	1 : 300	1 : 200	1 : 150	1 : 100	1 : 70	1 : 60	1 : 50	1 ; 40	1 : 30
12	133	125	117	111	103	95	78	66	55	38	17 km
15	124	106	110	103	95	87	69	57	46	29	— „
20	113	105	100	93	85	76	57	43	31	—	— „
30	99	91	84	79	70	57	30	—	—	—	— „
40	91	81	75	70	58	40	—	—	—	—	— „
50	85	75	69	64	48	—	—	—	—	—	— „

Zusammenstellung XI.

Nr.	Geschwindigkeit v km/St	Steigung n %	Füllungsgrad ε %	Gewicht des Wagenzuges G t	Zugkraft nach den Schaulinien Z_i	Eigenwiderstände der Wagen w kg/t	Eigenwiderstände der Lokomotive w_1 kg/t	
1	42	10	58	230	4647	1,4	15,0	Lokomotivgewicht = 80 t
		33,3		35	4724			
2	53	5	52	395	3967	2,05	9,6	
		10		198	3974			
3	63	5	48	310	3507	3,0	7,6	
		10		160	3506			
4	80	0	42	385	2737	5,7	6,7	
		5		167	2734			
5	95	0	38	204	2354	8,8	6,9	
		5		102	2372			

Zusammenstellung XII.

Ganze Zugkraft Z_i auf vier Weisen ermittelt.

Geschwindigkeit v =	42	53	63	80	95 km/St
Z′ aus den Schaulinien	5070	4150	3500	2800	2310
Z″ nach Ablaufversuchen	4070	4050	3600	2975	2550
Z‴ aus Beschleunigungsversuchen und Kraftmesser	5800	4350	3500	2700	2150
Z⁗ aus Leistungsversuchen	4628	3971	3507	2736	2663

Als Beispiel zu a) 1 dienen die Fahrten Nr. 5 und 6 (Abb. 35, Taf. XLVI) mit 100, sowie Nr. 7 und 8 (Abb. 36, Taf. XLVI) mit 60 Achsen auf der Wagerechten. Die bei gleichen Hoch- und verschiedenen Niederdruckfüllungen auf drei hinter einander liegenden Vergleichsteilstrecken während derselben Fahrt erreichten Beharrungs-Geschwindigkeiten waren bei der Hochdruckfüllung $\varepsilon = 40{,}3\,\%$ und den Niederdruckfüllungen $\varepsilon' = 39{,}9$, $59{,}7$ und $80{,}6\,\%$: bei 100 Achsen 60, 64 und 68 km/St. und bei 60 Achsen mit der Hochdruckfüllung $\varepsilon = 35{,}7$: 66, 74 und 81 km/St.

Als Beispiel zu a) 2 dienen die Fahrten 9, 11 und 13 (Abb. 37 bis 39, Taf. XLVI bei 39 Achsen mit folgenden Ergebnissen:

Fahrt Nr.	ε	e′	v
9	34,0	32,8	72
11	„	54,4	90
13	„	80,6	96 km St.

In Abb. 40, Taf. XLVI sind diese und noch einige andere Ergebnisse bildlich dargestellt.

Zu b. ist aus den drei Beschleunigungslinien (Abb. 13, Taf. XLV) ohne weiteres die gröfsere Kraft bei zunehmender Niederdruckfüllung deutlich erkennbar.

Aber nicht allein die Leistung, sondern auch die Saugwirkung und daher die Dampfbildung werden gesteigert, wie aus der Abb. 41, Taf. XLVII ersichtlich ist.

Ferner ist der ebenfalls günstige Einflufs auf die mittlere Dampfspannung in den Zylindern p_{m1}, die Zugkraft und Leistung in Abb. 42, Taf. XLVII dargestellt. Schliefslich ist noch hervorzuheben, dafs auch der Gang der Lokomotive, der bei fast gleichen Füllungsgraden, die noch vor kurzem und teilweise auch jetzt noch bei Lokomotiven, ortsfesten Dampf- und Schiffs-Maschinen zur Anwendung gelangen, sehr hart und unruhig ist, durch volles Auslegen der Niederdrucksteuerung ganz auffällig gebessert wird. Auf Grund dieser mehrfach bewiesenen Tatsache mufs die dringende Empfehlung, die Niederdruckfüllung zu erhöhen, erneuert werden.

Der Dampfverbrauch wird bei steigender Niederdruckfüllung durch gröfsere Wärmegefälle zwischen dem Ein- und Ausströmdampfe der Hochdruckzylinder zwar erhöht, aber durch die erlangte Geschwindigkeitssteigerung bei gleicher Hochdruckfüllung wieder vermindert. Wir haben daher auch in dieser Beziehung Erhebungen angestellt, die sich auf die Versuchsfahrten Nr. 9 bis 14 erstrecken.

Der Dampfverbrauch ist der gesteigerten Saugwirkung, der gröfseren Geschwindigkeit und Zugkraft, also der doppelt vermehrten Leistung entsprechend, in der Zeiteinheit selbstredend gröfser; er ist dies aber auch, wie die Versuche zeigen, für die einzelne Füllung. Da nun die Dampfzuströmung bei gleich bleibender Füllung und gröfserer Geschwindigkeit kleiner wird, so kann der Dampfverlust nur durch den schädlichen Raum hervorgerufen werden und zwar in doppelter Weise:

1) durch die gröfsere Dampfmenge zur Ausfüllung dieses Raumes und
2) durch den verstärkten innern Niederschlag.

Die Lokomotive ist für die Anwendung einer höhern Niederdruckfüllung nicht entworfen; der erwähnte Nachteil kann daher, und zwar durch eine Verkleinerung der nach französischem Muster zu grofs gewählten schädlichen Räume beseitigt werden. Dies läfst sich aus Abb. 43, Taf. XLVII leicht nachweisen. Sie gibt eine theoretische Dampfdruck-Schaulinie, in der die Dampfmengen durch Flächen dargestellt werden.

Der Kolbenhub sei = 100 gesetzt, der Füllungsgrad ε = 40 %, der schädliche Raum ist = 15,5 % des Hubinhaltes.

Wird der Indikator-Mafsstab der Schaulinie 1 at = 3,9 mm beibehalten, so ist der Kesselüberdruck $p = 14$ at $= 14 . 3,9 = 54,6$ mm und die Dampfspannung über der Luftleere $p + 1 = 15$ at $= 15 . 3,9 = 58,5$ mm.

Der Enddruck der Zusammenpressung ist bei der gröfsten Niederdruckfüllung = 8,2 at = 32 mm. Hiernach entspricht die Fläche $(p + 1)\ \varepsilon = 2340$ der eigentlichen Füllung $(p - q)\ \lambda = 349$ dem Verluste durch den schädlichen Raum, daher 2689 dem Dampfverbrauch für jeden Hub. Der Verlust ist daher $\frac{349 . 100}{2689} = 13\ \%$. Da nun der Mehrverbrauch nach den Versuchsergebnissen durch die höhere Niederdruckfüllung und Senkung der Zusammenpressung bis zu 23 % beträgt, so gehen 10 % durch Niederschlag mehr verloren. Dieser ganze Verlust fällt aber fort, wenn der Enddruck der Zusammenpressung bis auf 14 at gesteigert wird, was sehr leicht durch Verminderung des schädlichen Raumes auf

$$\frac{(q - q_1)}{p - q_1} \lambda = \frac{(8,2 - 2.0)}{14,0 - 2,0} 15,5 = 8,0\ \%$$

erreicht werden kann, auch ohne Verkleinerung der negativen innern Deckung.

Hiermit sind allerdings wieder einige kleine Arbeitsverluste im Dehnungs- und Pressungs-Abschnitte verbunden, die durch die gestrichelten Linien angegeben sind, sie betragen aber nur 6,7 % der ganzen Arbeit, kommen daher der Dampfersparnis gegenüber nicht in Frage.

Tatsächlich gestaltet sich die Sache allerdings etwas anders, wie aus der Form der wirklichen nach Rankine behandelten Schaulinien (Abb. 44, Taf. XLVII) folgt, allein der erreichte Vorteil wird durch Verkleinerung der Dampfmenge noch gesteigert.

Bevor wir auf die wissenschaftliche Ausbeute dieser Versuche eingehen, wollen wir im folgenden zunächst noch über einige Nebenergebnisse berichten.

1. Die Zugbeschleunigung.

Wenn sich die eigentliche Beurteilung der Lokomotivkraft auf den Beharrungszustand gründet, so ist doch auch die Anzugs- und beschleunigende Kraft geeignet, Vergleiche mit anderen Lokomotiven anzustellen, und daher geben wir in Zusammenstellung XIII diejenigen Geschwindigkeiten an, die nach 5 und 25 Minuten auf den verschiedenen Steigungen erreicht wurden.

Zusammenstellung XIII.

Nr.	Versuchsstrecke	Fahrt Nr.	Zugstärke.	Niederdruckfüllung ε' =	Geschwindigkeit nach 5	25 Minuten
1	1 : ∞	9	39 Achsen	ε	45	70
2	„	11	„	$\varepsilon + 20\%$	51	88
3	„	13	„	80,6	63	97 km/St.
4	1 : 200	25	„	$\varepsilon + 20$	53	
5	„	26	„	80,6	58	
6	1 : 100	37	16 „	$\varepsilon + 20$	49	
7	„	38	„	80,6	55	
8	1 : 30	44	„	$\varepsilon + 20$	40	
9	„	45	„	80,6	42	

Die Beschleunigung des 39 Achsen starken Zuges auf der Wagerechten betrug daher in den ersten 5 Minuten nach Reihe Nr. 3 12,6 km/Min. oder 0,06 m/Sek.².

2. Die Bremsversuche.

Hier werden nur zwei Beispiele angeführt, und zwar für die wagerechte Strecke bei 100 km/St. Anfangsgeschwindigkeit
a) für die Lokomotive allein, Gewicht 88 t,
b) für die Lokomotive mit 39 Achsen, Gewicht 208 t.

	Bremsweg.	Bremszeit.
a)	856 m	48 Sekunden,
b)	580 „	37,75 „

Hierbei wurde die Gefahrbremsung angewendet.

Die Bremsarbeit entsprach bei a) einer Verzögerung von etwa 2 km/Sek. oder 0,74 m/Sek.²

3. Die Dampfentwickelung
im Wasserspiegel des Kessels.

Die durch den qm der Trennungsfläche zwischen dem Wasser und dem Dampfe in der Zeiteinheit gehende Dampfmenge gibt einen Mafsstab für den Grad der Dampfnässe. Daher ist es zweckmäfsig, zum Vergleiche mit anderen Lokomotiven einige dieser Ziffern und zwar für die vier gewählten Beispiele hier anzuführen. Sie waren bei einem Wasserspiegel von

6,80	6,25	7,52	und	7,20 qm
1270	1220	1120	„	1140 kg/Stunde.

4. Der Druckabfall
zwischen Kessel und Schieberkästen.

Der Druckabfall liefert ein Urteil darüber, ob der Dampf auf seinem Wege grofse Hindernisse findet und ob insbesondere die Regleröffnung genügt. Bei den Versuchsfahrten war er

0,83 0,50 0,85 und 0,42 at.

5. Die Dampfgeschwindigkeit
in der Schieberöffnung und in den Kanälen.

Sie gibt einen Mafsstab zur Beurteilung des Durchgangsquerschnittes, dessen Widerstand den Druckabfall des Dampfes zwischen den Schieberkästen und den Zylindern verursacht. Die gröfste Schieberöffnung der Hochdruckzylinder bei 40 % Füllung ist $\mathfrak{f} = 35,5$ qcm.

Beträgt nun der Dampfverbrauch der Maschine

$$m_2 = 8000 \text{ kg/Stunde},$$

so ist derjenige eines Kolbenhubes

$$\mathfrak{D} = \frac{m_2 . 1000}{60 . 60 . z . 4} = 146 \text{ gr/Sek.},$$

wenn z die Zahl der Umdrehungen der Triebachse in einer Sekunde bezeichnet.

$$z = \frac{v . 1000}{60 . 60\, \pi D}$$

$$= \frac{v}{22,4} = 3,8$$

für die Zuggeschwindigkeit v = 85 km/St.

Hiernach ist die Dampfgeschwindigkeit in der Schieberöffnung mindestens

$$\mathfrak{v} = \frac{\mathfrak{D}}{\gamma \cdot \mathfrak{f} \cdot t} = 108 \text{ m/Sek.}$$

und in den Kanälen $\mathfrak{v}' = 38$ m.

t ist die Zeitdauer einer Füllung, annähernd

$$= \frac{1}{2z} \cdot \frac{\varepsilon}{100} = \frac{0,4}{7,6} = 0,053 \text{ Sekunden.}$$

Diese Dampfgeschwindigkeit ist eine nicht zu übersehende, mafsgebende Grundlage für die Entwürfe der Steuerung.

6. Der Rückdruck in den Niederdruckzylindern.

Er hielt sich in ziemlich bescheidenen Grenzen und war bei den vier Versuchsfahrten

0,69. 0,51. 0,45 und 0,42 at.

7. Der theoretische Dampfverbrauch.

Er ist $m = \frac{u \varepsilon v \gamma}{1000}$ kg/St., wobei zu beachten ist, dafs der wirkliche wegen der Drosselung von der Erzeugung bis zur Verbrauch-Stelle hiergegen zurückbleibt, anderseits durch die schädlichen Räume gröfser wird.

Immerhin gibt der berechnete Dampfverbrauch einen Fingerzeig zur Beurteilung der Dampf- und Wärmeverluste; er ist daher für alle 45 Versuchszüge berechnet und mit dem wirklichen in Vergleich gestellt worden (Abb. 45, Taf. XLVII). Die Linie b gibt in $^0/_0$ an, um wieviel der wirkliche gröfser ist, als der berechnete. Dieser Unterschied wächst daher, wenn die Geschwindigkeit kleiner wird, was auf verstärkten innern Niederschlag hinweist.

8. Der Wärme-Wirkungsgrad.

Aus allen Versuchsfahrten, auch aus den längeren auf der wagerechten Strecke mit Fahrzeiten bis 1,75 Stunden und insbesondere aus Zusammenstellung VII über die vier ausgewählten Beispiele konnte man entnehmen, dafs die zum Anheizen der Lokomotive erforderliche Kohlenmenge im Verhältnisse zu der auf der Fahrt gebrauchten viel zu grofs ist, um ein richtiges Urteil zu gewinnen. Denn es ist unmöglich, den Anfangszustand des Feuers genau wieder herzustellen oder den Anteil der Anheizmenge während der Fahrt zu bestimmen. Man sollte daher bei der Verfolgung des vorliegenden Zweckes solche Kohlenmessungen ganz unterlassen, wenn die Fahrt nicht länger dauert als 2 Stunden. Daher wurde ein Überführungszug von 60 Achsen von Hannover nach Gütersloh hierzu benutzt.

Hierbei war: die durchfahrene Strecke 127,2 km, die Zuglast 322 t, die Fahrzeit unter Dampf 171 Minuten, der Kohlenverbrauch 1360 kg, der Wasserverbrauch 10575 kg und der Wasserverlust 320 kg.

Hiernach ergab sich eine Verdampfungsziffer

$$\xi = \frac{10575 - 320}{1360} = 7,5.$$

Da nun die Heizkraft der verwendeten Prefskohlen $\zeta = 7568$ W.E./kg betrug, so ergibt sich ein Wirkungsgrad der Feuerung von

$$\frac{\xi \cdot \lambda}{\zeta} = \frac{7,5 \cdot 667 \cdot 100}{7568} = 66\,^0/_0;$$

$34\,^0/_0$ der entwickelten Wärmemenge gingen durch den Schornstein und durch Abkühlung verloren.

Bezeichnet man die Dampfverwertung durch η in kg für die Leistungseinheit, so ist der entsprechende Wärmewert $\eta \cdot \lambda$, wenn λ die Wärmemenge des Dampfes nach der Regnaultschen Formel $= 606,5 + 0,305$ t W.E. etwa $= 667$ W.E. bezeichnet. Da nun der Wärmeverbrauch für die mechanische Arbeitseinheit = der thermodynamischen Wertziffer

$$A = \frac{1}{424} \text{ W.E. ist, so ist er für 1 P.S./St.}$$

$$= \frac{60 \cdot 60 \cdot 75}{424} = 637 \text{ W.E.}$$

Hieraus ergibt sich der Wirkungsgrad der Dampfmaschine zum Beispiel im günstigsten Falle

$$\frac{637}{\eta(\lambda - q)} = \frac{637}{9,3\,(667 - 10)} = \frac{1}{9,6} = 10,4\,^0/_0,$$

wenn q die Wärmestufe des dem Kessel zugeführten Speisewassers bezeichnet.

Der Wirkungsgrad der ganzen Kraftanlage aber ist gleich dem Verhältnisse der zugeführten Wärmemenge zur theoretischen

$$= \frac{637}{\frac{\eta}{\xi}\zeta} = \frac{637 \cdot 100}{\frac{9,3}{7,5} \cdot 7568} = 6,8\,^0/_0.$$

9. Der Kohlenverbrauch.

Er war bei der Versuchsfahrt Nr. 13 mit 39 Achsen auf der Wagerechten

11,3 t/1000 Lok./km,

während diese Ziffer nach dem Etat 1904/1905 durchschnittlich 12,5 beträgt.

10. Die günstigste Zuggeschwindigkeit.

Aus der Abb. 45, Taf. XLVII ist ohne weiteres ersichtlich, dafs auch die vierzylindrige Lokomotivbauart den Punkt noch nicht wesentlich hinausgerückt hat, bei dem die Wirtschaftlichkeit der Lokomotive am günstigsten wird. Diese Geschwindigkeit ist hier 55 km/St. und der hierzu gehörige zweckmäfsigste Füllungsgrad $\varepsilon = 23 + \frac{1530}{25} = 51\,^0/_0$.

11. Die Nutzleistung.

In Abb. 46, Taf. XLVII sind die am Zughaken entwickelten Zugkräfte und Leistungen der Lokomotive Z und L im Vergleiche zur ganzen Lokomotivkraft Z_i und L_i dargestellt.

Das Verhältnis $\frac{L}{L_i}$, das gewissermafsen den mechanischen Wirkungsgrad darstellt, ist nach der Geschwindigkeit, Steigung und Zugstärke verschieden. Es nimmt, wie auch zu erwarten war, mit den beiden ersteren ab, und mit der Zugstärke zu; es liegt zwischen den in folgender Zusammenstellung XIV liegenden Grenzen.

Zusammenstellung XIV.

Steigung. 1:n	Zugstärke. Achsen	$Z/Z_i = L/L_i$ $^0/_0$
1:∞	20	55
	100	75
1:200	20	55
	80	76
1:100	16	60
	36	55
1:30	6	26
	12	89

Dieser Wirkungsgrad ist zum Beispiel auf der Wagerechten bei 40 Achsen und 91 km/St. Geschwindigkeit = 67%. Er sinkt auf starken Steigungen, wie auf 1 : 30, selbst bei der höchsten Zugstärke von 12 Achsen bis auf 39%, so dafs schon hier die Wahl des Zahnbetriebes in Erwägung zu ziehen ist.

12. Die Gangart der Lokomotive.

Die schädlichen Bewegungen der Lokomotive sollen hier nicht näher berechnet werden; wir wollen uns darauf beschränken, die bewegenden Kräfte und Kraftmomente zu ermitteln, die unter Beachtung der bewegten Massen immerhin ein überschlägliches Urteil über die Bauart gestatten.

a) Das Zucken.

Die nicht durch Gegenläufigkeit und nicht durch Gegengewichte ausgeglichenen, gradlinig bewegten Triebwerksmassen wiegen = 32 kg (Zusammenstellung XV).

b) Die schlingernden Bewegungen.

(Abb. 1, Taf. XLV und Zusammenstellung XV).

Zusammenstellung XV.

Radgewichte.

Nr.	Gegenstand	Einheit	Trieb- und Kuppelräder	
			Hochdruck auf jeder Seite	Niederdruck auf jeder Seite
1	Auf den Kurbelkreis bezogene umlaufende Triebwerkmassen . .	kg	262	567
2	Gradlinig bewegte Triebwerkmassen auf jeder Lokomotivseite . .	"	170	234
3	Von Nr. 2 sind ausgeglichen	%	50	50
		kg	85	117
4	Von Nr. 2 sind nicht ausgeglichen	%	50	50
		kg	85	117
5	In Bezug auf die zuckenden Bewegungen weder durch Gegengewichte noch durch Gegenläufigkeit ausgeglichen	kg	117 — 85 = 32	
6	Hebelarm beim Schlingern	mm	1070	285
7	Radgegengewichte auf den Kurbelkreis bezogen	kg	307	170
8	Überschüssige Fliehkraft $C = mr\omega^2 \frac{G}{g} r (z.2\pi)^2$ für v = 100 km/St.	t	0,742	0,742
		%	0,3	9,3

Kraftmoment $\frac{170}{2} . 1,070 - \frac{234}{2} . 0,285 = 57,60$;

denn die nicht durch Gegengewichte ausgeglichenen Massen sind bei der Hochdruckmaschine 85 kg, bei der Niederdruckmaschine 117 kg und die Gegenläufigkeit kommt im Minuszeichen der Gleichung zum Ausdrucke.

c) Die nickenden Bewegungen.

Gemäfs Zusammenstellung I bezeichnet r den Kurbelhalbmesser, l' und l'' die Kurbelstangenlängen, a_1 den festen Achsstand = 3000 mm und x den Schwerpunktsabstand vor der ersten Triebachse = 590 mm, daher ist das gröfste Kraftmoment (Abb. 1, Taf. XLV) für die Einheit der Kolbenkraft

$$1.\ r\left(1-\frac{x}{\sqrt{l''^2-r^2}}\right)-1.\ r\left(-1+\frac{a_1+x}{\sqrt{l'^2-r^2}}\right)$$

$$=0,32\left(1-\frac{0,59}{\sqrt{2,4^2-0,32^2}}\right)$$

$$-032\left(-1+\frac{3,0+0,59}{\sqrt{3,0^2-0,32^2}}\right)$$

$$=0,32\ (0,75-0,21)=0,173.$$

Diese Verhältnisse müssen nun als sehr günstig für den Lauf der Lokomotive bezeichnet werden; es ist jedoch zu bemerken, dafs die letzteren schädlichen Bewegungen der Lokomotiven seit der Einführung der mit den Drehgestellen und bogenbeweglichen Achsen verbundenen gröfseren Achs- und Tragfeder-Stützlängen keine Bedeutung mehr haben.

Es dürfte wohl zu weit führen und den Zweck dieses Aufsatzes überschreiten, wenn in der folgenden Untersuchung die Theorie erschöpfend durchgeführt würde; sie folgt kurz zusammengefafst, dem nachstehend dargestellten Gedankengange:

1. Die verbrauchte entweichende Dampfmenge M_2 erzeugt eine gewisse Saugwirkung in der Rauchkammer und über dem Roste = f (M) bezw. f (ε, v).
2. Durch diese Saugwirkung wird auf dem Roste eine gewisse Kohlenmenge K verbrannt und dadurch die Wärmemenge W = K ζ Wärmeeinheiten erzeugt, die zur Dampfbildung benutzt wird. Die Abb. 47, Taf. XLVII enthält die Darstellung
   a) des Producktes ε v und
   b) der Grenzlinien der Dampfentwickelung m_3 in kg/St.

Der Beharrungszustand des Dampfkessels wird dann durch die Gleichheit der verbrauchten und entwickelten Dampfmenge gekennzeichnet.

3. Die erzeugte Dampfmenge gestattet bei den vorhandenen Gröfsenverhältnissen der Maschine in den Dampfzylindern einen gewissen Füllungsgrad ε, sowie der übertragenen Kraft und dem vorhandenen Widerstande entsprechend, eine gewisse Zuggeschwindigkeit v.
4. Bei bestimmten Werten von ε und v ergibt sich ein gewisser Wert des mittleren wirklichen Dampfdruckes p_m in den Hochdruckzylindern und p_m' in den Niederdruckzylindern, also ein gewisser Wert des zusammengefafsten Dampfüberdruckes

$$p_{m1} = p_m + \frac{d'^2}{d^2} \cdot p_m'.$$

5. Hieraus ergibt sich die rechnungsmäfsige Zugkraft

$$Z_i = 2 \cdot \left[\frac{\pi \cdot (100\, d)^2}{4} \cdot p_m + \frac{\pi \cdot (100\, d')^2}{4} \cdot p_m'\right] \frac{2\, h}{\pi\, D}$$

$$= 100^2 \cdot \frac{d^2\, h}{D} \left(p_m + \frac{d'^2}{d^2}\, p_m'\right)$$

$$= u \cdot p_{m1}\ \text{kg}.$$

6. Die rechnungsmäfsige Leistung ist dann

$$L_i = \frac{Z_i \cdot v \cdot 1000}{60 \cdot 60 \cdot 75} = \frac{Z_i \cdot v}{270}\ \text{P.S.}$$

7. Der Dampfverbrauch ist

$$M_2 = \frac{2 \cdot \pi\, d^2}{4} \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{2 \cdot h \cdot \gamma}{\pi\, D} \cdot v \cdot 1000$$

$$= \frac{10 \cdot d^2\, h}{D} \cdot \varepsilon\, v\, \gamma$$

$$= \frac{u\, \varepsilon\, v\, \gamma}{1000}\ \text{km/Stunde und}$$

8. Die Dampfverwertung

$$\eta = \frac{M_2}{L_i} = \frac{u\, \varepsilon\, v\, \gamma}{1000} \cdot \frac{270}{u\, p_{m1} \cdot v}$$

$$= 0{,}27 \cdot \frac{\varepsilon\, \gamma}{p_{m1}}.$$

Soll nun versucht werden, zunächst für die Leistung L_i einer Lokomotive eine allgemein gültige Formel aufzustellen, die aufser den bekannten Abmessungen nur noch die beanspruchte Geschwindigkeit v enthält, so müssen nach den oben angeführten Grundzügen erst Formeln für

$$\varepsilon = H\, f(v) \text{ und}$$

$$p_{m1} = p \cdot f(\varepsilon, v)$$

aufgestellt werden, worin H die Heizfläche, p den Dampfüberdruck bezeichnet. Diese Formeln erhält man aus den bildlichen Darstellungen für

$\varepsilon . v$ als Abhängige von v (Abb. 48, Taf. XLVII)
ε « « « v (Abb. 49, Taf. XLVII) und
p_{m1} « « « ε (Abb. 50, Taf. XLVII).

Für den Beharrungszustand der Verbundlokomotiven kann mit genügender Annäherung

$$\varepsilon\, v = Hk = H\, (a + b\, v) = 1530 + 23\, v, \text{ daher}$$

$$\varepsilon = H \left(\frac{u}{v} + b\right) = 23 + \frac{1530}{v} \text{ und}$$

$$p_{m1} = p\, (\alpha + \beta\, \varepsilon) = p\, (-0{,}33 + 0{,}0214\, \varepsilon)$$

gesetzt werden. Daher ist

$$Z_i = u\ p\ (\alpha + \beta\, \varepsilon) = u \cdot p \left(\alpha + \beta \cdot H \frac{a + b\, v}{v}\right)$$

$$= u\, p\, (\alpha + \beta\, b\, H + \frac{\beta\, \alpha\, H}{v}, \text{ allgemein} = A + \frac{B}{v}.$$

Die Gültigkeit dieser Formel hat aber eine untere Grenze für v, da Z_i bis zu einer bestimmten Geschwindigkeit unveränderlich gleich der übrigens vom Reibungswerte, also vom Zustande der Schienenoberfläche abhängigen Reibungskraft ist, sie wird daher in diesen Grenzen durch eine wagerechte Grade (Abb. 32, Taf. XLVI) dargestellt und die rechnungsmäfsige Leistung $L_i = \frac{Z_i\, v}{270}$ durch eine vom Achsenkreuzpunkte ausgehende geneigte Gerade; denn L_i wird für v = o ebenfalls = o.

In Wirklichkeit werden wohl die Linien für Z_i und L_i wegen der veränderlichen Reibungskraft an der Spitze eine leichte Krümmung haben, die aber nur bei Zwillingslokomotiven nicht vernachlässigt werden kann, weil der mittlere Druck p_{m1} bei diesen nicht in geradem Verhältnisse zum Füllungsgrade steht.

Aus der Formel für $Z_i = A + \frac{B}{v}$ kann dann für jede beliebige Steigung n und Zuggeschwindigkeit v auch die Zugstärke G ermittelt werden, denn es ist

$$Z_i = G_1\, w_1 + G\, w + (G_1 + G)\, n \text{ oder}$$

$$G = \frac{Z_i - G_1\, (w_1 + n)}{w + n}.$$

Auf die weitere Theorie dürfte hier wohl nicht näher einzugehen sein; die Ergebnisse sind aber in den Anlagen so übersichtlich dargestellt, dafs aus ihnen alle wichtigen Fragen beantwortet werden können. Wenn sich diese Theorie durch weitere Versuche als annähernd richtig bestätigen sollte, so könnten die immerhin schwerfälligen und kostspieligen Versuchsfahrten und ihre mühsame Bearbeitung fast ganz entbehrlich werden, indem nur noch jener kleine Teil von ihnen übrig bleiben würde, der sich auf den Gang, Bahn- und Luft-Widerstand bezieht.

Ferner könnte auch noch versucht werden, mit Hülfe dieser Beziehungen eine allgemeine Wertziffer für die Lokomotivkraft abzuleiten; denn es ergibt sich aus der Formel für die Zugkraft

$$Z_i = u\, p\, (\alpha + \beta\, \varepsilon)$$

$$= u\, p \left(\alpha + \beta \cdot H \cdot \frac{a + b\, v}{v}\right)$$

$$= u\, p \left(\alpha + \frac{\beta \cdot a \cdot H}{v} + \beta\, H\, b\right)$$

und daher die Leistung

$$L_i = u\, p\, (\alpha\, v + b\, \beta\, H\, v + a\, \beta\, H)$$

oder allgemein

$$L_i = u\, p\, (a\, H + b\, v + c\, H\, v),$$

woraus sich auch die Art der Abhängigkeit der Leistung von der Heizfläche klar erkennen läfst.

Für eine unveränderliche Heizfläche H, zum Beispiel bei ein und derselben Lokomotivbauart, ergibt sich aber wie oben

$$L_i = u\, p\, H\, (A + B\, v.)$$

Gelingt es nun, die Werte a, b und c zu ermitteln, so könnte man zu einer Wertziffer gelangen, die eine ähnliche Bedeutung haben würde, wie die jetzt für Kriegschiffe aufgestellten Gefechtswerte, so dafs die Lokomotivkraft im voraus nur aus den bekannten Abmessungen und der Zuggeschwindigkeit ermittelt und Vergleichsziffern aufgestellt werden könnten.

VII. Beurteilung.

Nachdem die Grafenstadener Lokomotivbauart und insbesondere das de Glehn'sche Triebwerk schon mehrfach von den Eisenbahndirektionen Erfurt und Hannover, und auch durch ein Gutachten des Verfassers im Vergleiche mit inländischen Bauarten erschöpfend beurteilt worden ist, möchten wir hierauf Bezug nehmen und noch folgendes hervorheben.

Die mit der Teilung des Triebwerkes verbundene Zergliederung der reibenden Flächen erhöht allerdings die Sicherheit des regelmäfsigen Betriebsdienstes, indem die reibenden

Teile nicht so leicht warm laufen; dieser Vorteil wird jedoch durch eine vielgliedrige Bauart erkauft.

Die zum Teil unzureichenden Leistungen, besonders der $^3/_5$ gekuppelten Lokomotive dieser Bauart, wurde allein durch die ungenügende Heizfläche verursacht. Dies bestätigen wieder Versuche mit der Lokomotive 507, die gegenüber der ersten Ausführung der $^2/_4$ gekuppelten Bauart eine um 13 qm = 12% gröfsere Heizfläche erhalten hat; die der $^3/_5$ gekuppelten Bauart entsprach mit 139,5 qm nicht den höher zu stellenden Anforderungen. Bei der Versuchslokomotive 507 trat bei der zu beanspruchenden Leistung niemals eine Schwierigkeit ein, die Dampfspannung und den Wasserstand im Kessel zu erhalten, wie dies bereits bei der $^3/_5$ und auch bei der $^2/_4$ gekuppelten Lokomotive mit 109 qm Heizfläche der Fall war.

Die $^2/_4$ gekuppelte zweizylindrige Lokomotive befördert tatsächlich in den Bezirken Hannover und Altona auf der Wagerechten bei 90 km/St. Grundgeschwindigkeit 32 Achsen vierachsiger Wagen, während die Leistung der Versuchslokomotive, auf vierachsige Wagen bezogen, 36 Achsen beträgt, wie aus folgender Berechnung sich ergibt.

Nach Abb. 32, Taf. XLVI leistet die Lokomotive 507 auf der Wagerechten bei 90 km/St. Geschwindigkeit 250 t dreiachsiger Wagen; daher ist das bezüglich des Widerstandes gleichwertige Zuggewicht bei vierachsigen Drehgestellwagen

$$= 250 \cdot \frac{0{,}7 + \frac{v}{100} + \frac{v^2}{1800}}{0{,}5 + \frac{v}{110} + \frac{v^2}{2000}} = 288 \text{ t}$$

und die Zugstärke $= \frac{288}{8} = 36$ Achsen;

daher ebenso grofs, wie bei den $^2/_4$ gekuppelten, vierzylindrigen Lokomotiven hannoverscher Bauart.

Um diese Rechnung zu ersparen, und das Ergebnis unmittelbar aus den Versuchen zu erlangen, hätten diese mit nur vierachsigen Wagen ausgeführt werden müssen. Wir haben uns aber vergeblich bemüht, diese für die ganze Versuchszeit verfügbar zu machen; im diesseitigen Bezirke selbst war es nicht möglich.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse empfehlen wir daher, die grafenstadener Bauart neben der hannoverschen noch weiter zu beschaffen, bei ihrer Verwendung aber stets die ganze Auslage der Niederdrucksteuerung vorzuschreiben; dann sind nach Jahresfrist auch einwandfreie Betriebsergebnisse zu erwarten.

Wir möchten diese Bauart auch auf die $^2/_5$ gekuppelten Lokomotiven ausdehnen, denen aber, ebenso wie bei den hannoverschen, eine noch gröfsere Heizfläche, möglichst bis zu 200 qm, zu geben sein würde.



DIE BESCHLÜSSE

DES

INTERNATIONALEN EISENBAHN-KONGRESSES

ZU

WASHINGTON,

NACH DEM

AM 4. MAI BIS 13. MAI 1905 ANGENOMMENEN FRANZÖSISCHEN TEXTE

IN GETREUER DEUTSCHER ÜBERSETZUNG

WIEDERGEGEBEN,

MIT AUSZÜGEN UND FACHLICHEN BEMERKUNGEN

ERGÄNZT

VON

MAX EDLEM von LEBER,

k. k. Ministerialrate und Departement-Vorstande im k. k. Eisenbahnministerium,
Vertreter der österreichischen Regierung
und Sektionspräsidenten bei diesem Kongresse.

Ergänzungsheft zum Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1906.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1906.

Inhalts-Verzeichnis.

Die Beschlüsse des internationalen Eisenbahnkongresses zu Washington im Jahre 1905.

Von **Max Edlem von Leber,**
k. k. Ministerialrate und Departement-Vorstande im k. k. Eisenbahnministerium,
Vertreter der österreichischen Regierung und Sektionspräsidenten bei diesem Kongresse.

Einleitung.

Der Eisenbahnkongrefs, welcher vom 4. bis 13. Mai 1905 zu Washington getagt hat, war der siebente Kongrefs dieser Art. Schon bei den früheren Kongrefs-Versammlungen zu Brüssel 1885, verbunden mit der Feier des 50 jährigen Bestehens der belgischen Eisenbahnen, zu Mailand 1887, zu Paris 1889, zu St. Petersburg 1892, zu London 1895 und zu Paris 1900, konnte eine stetige gedeihliche Entwickelung des Kongrefsunternehmens wahrgenommen werden.

Die Londoner Versammlung 1895 brachte den Anschlufs der englischen und amerikanischen Bahnen und die Erweiterung, dafs für alle Vorberichte, für den nachherigen »Compte rendu«, sowie die sonstigen Kongrefs-Veröffentlichungen auch eine englische Auflage neben der bisher nur französischen eingeführt wurde.

Die sechste Versammlung zu Paris 1900 war durch die grofsartige damalige Weltausstellung recht günstig beeinflufst. Die Beteiligung war eine ganz aufserordentliche, und die zuletzt beigetretenen englischen und amerikanischen Teilnehmer brachten in wärmster Weise den Wunsch zum Ausdrucke, es möge die nächste siebente Versammlung zu Washington stattfinden. Dieser Vorschlag begegnete bei den älteren Teilnehmern, insbesondere in französischen und belgischen Regierungskreisen einer gewissen Gegnerschaft, wohl mit Rücksicht auf die weite Reise und den erforderlichen grofsen Zeitaufwand; die Einladung der Amerikaner fand indes Anklang bei den jüngeren Herren, insbesondere bei den Abgeordneten der grofsen französischen Bahngenossenschaften. Die Sache wurde eigentlich bei einem von der lezterwähnten Gruppe veranstalteten ganz kleinen Frühstücke so ziemlich entschieden, bei dem die amerikanischen Abgeordneten, insbesondere die Vertreter der mächtigen »American Railway Association«, welcher fast alle grofsen Bahnen der Vereinigten Staaten von Amerika angehören, die Hauptrolle spielten. Man erinnerte an die prachtvolle Rede, mit welcher die Londoner Versammlung 1895 von dem damaligen Prinzen von Wales eröffnet wurde, sowie an die warme Begrüfsung der neu hinzugekommenen amerikanischen Abgeordneten, wobei der erhabene Redner auf den ungeheuern Aufschwung der Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten hinwies, deren Länge mehr als die Hälfte aller Bahnen des Erdballes darstellt. Man war begierig, die grofsen Bahnhöfe und Anlagen des Grofsgewerbes, die 150 t Lokomotiven*), die Kohlenwagenzüge im Gewichte von 6 t/m, die elektrischen Anlagen und die grofsen Städte mit ihren 30 Stock hohen »Skyscrapers«, mit ihren »overhead« und »subway«-Verbindungsbahnen und die sonstigen grofsartigen Werke des Landes kennen zu lernen.

Dem im Schofse der »permanenten internationalen Kongrefs-Kommission« vorgebrachten Vorschlage war nun die Mehrheit gesichert, er wurde ohne Widerrede angenommen.

Seitens der amerikanischen Abgeordneten wurde später noch ein vorschriftsmäfsig unterstützter Antrag auf eine Abänderung im Art. 7 der Statuten des Kongrefs-Unternehmens rechtzeitig eingebracht, wonach bestimmt werden sollte, dafs die Mitglieder der »permanenten Kommission«, welche in Ruhestand treten oder ihre Stellung überhaupt verlieren, damit aufhören, Mitglieder der Kommission zu sein.

Bei der Sitzung der Kommission zu Brüssel am 1. April 1905 wurde der Antrag verworfen. Auf Antrag des Verfassers wurde jedoch beschlossen, in Washington eine mildere Form dieser Statutenänderung anzustreben, welche die Amerikaner befriedigen und die europäischen älteren Mit-

*) Im Vorberichte (Nr. $\frac{VI.}{60}$ Frage: Construction et épreuve des ponts métalliques) des Verfassers als Berichterstatter für 1900, wird Seite $\frac{VI}{16}$ eine Lokomotive angeführt, die mit Tender 177,5 t wiegt.



glieder der Kommission nicht treffen würde. Dies geschah auch später bei der Kommissions-Sitzung zu Washington am 8. Mai 1905. Der nachträglich auch in der Hauptversammlung des Kongresses angenommene geänderte Wortlaut ist in deutscher Uebersetzung:

»Die Mitglieder, deren Stellung geändert wurde, so dafs sie nicht mehr in irgend welcher Beziehung zu einer beigetretenen Regierung, oder zu einer teilnehmenden Bahnverwaltung stehen, können nicht mehr Mitglieder der Kommission bleiben. Die »permanente Kommission« kann auf Antrag von 5 Mitgliedern mittels schriftlicher Abstimmung und mit der Mehrheit aller Mitglieder beschliefsen, die Betreffenden noch bis zur nächsten Kongrefs-Versammlung als Mitglieder zu behalten.«

In derselben Sitzung zu Washington am 13. Mai 1905 wurde die Wahl mehrerer Kommissions-Mitglieder, auch die des Verfassers, erneuert und beschlossen, die nächste Kongrefs-Versammlung 1910 in der Schweiz abzuhalten.

Ein Hauptereignis bei dieser 7. Versammlung zu Washington war der endliche, schon lange erwünschte Beitritt des Deutschen Reiches zu dem Kongrefs-Unternehmen. Für das Reich erschienen der Geheimrat Schulz, Präsident des Reichseisenbahnamtes, und fünf andere Regierungsvertreter. Ferner wurde das folgende Telegramm S. M. des deutschen Kaisers vorgelesen:

»J'envoie mes salutations au Congrès international des chemins de fer, auquel prennent part pour la première fois, des délégués allemands. Puisse l'échange personnel d'idées entre les plus éminents ingénieurs des chemins de fer du monde, réunis à Washington, être d'un avantage durable pour le trafic international dont le développement prospère est le moyen le plus efficace de favoriser l'entente mutuelle et le rapprochement des nations dans la paix.«

Diese siebente Kongrefs-Versammlung zeichnete sich ebenso durch die Grofsartigkeit aller getroffenen Vorbereitungen, als auch durch die denkbar vollkommenste Durchführung des aufgestellten Planes in echt amerikanischer Weise aus. Trotz der für diesen rein sachlichen Bericht vorgezeichneten engen Grenzen soll hierüber doch Nachstehendes erwähnt werden:

Alle Abgeordneten erhielten, mit dem üblichen Auskunftsbuche, auch eine für den ganzen Bereich der »American Railway Association« gültige, sogar auf die Gebiete von Mexiko und Canada übergreifende Eisenbahn-Freikarte. Nach Beendigung der Sitzungen im 10. Stocke des »New Willard Hotel« zu Washington und den Feierlichkeiten waren für die europäischen Teilnehmer zwei grofse Rundreisen vorbereitet, die kleinere über Altoona, Pittsburg, Cleveland, Buffalo, Niagarafalls, Schenectady, Boston und New-York, die gröfsere über Altoona, Pittsburg, Cincinnati, St. Louis, Springfield, Chicago, Buffalo, Niagarafalls, Montreal, Schenectady und über die Hudson-Flufs-Bahn nach New-York.

Jede dieser Rundreisen erfolgte in eigens bestellten, mit allen Bequemlichkeiten, mit Speisewagen und Schlafstellen ausgerüsteten Sonderzügen. Der vortrefflich durchdachte Reiseplan war derart aufgestellt, dafs die grofsen Bahnlängen in der Nacht durchfahren wurden. Bei Ankunft in den grofsen Städten war schon ein Ortsausschufs in Bereitschaft, der sich beeilte, die Gäste in die sehenswerten Bahnanlagen und Gewerbestätten zu führen. Die längere Reise dauerte zwei Wochen, und gab Gelegenheit, sehr viele Anlagen des Grofsgewerbes kennen zu lernen. Insbesondere in eisenbahntechnischer Hinsicht sind zu erwähnen:

In Washington: Die Eisenbahn-Ausstellung;

In Philadelphia: Die Baldwin'sche Lokomotiv-Bauanstalt;

In Altoona: Die riesigen Bahnhofs-Anlagen und Werkstätten der Pennsylvania-Bahn;

In Pittsburg: Die Werke für Eisenbahn-Einrichtungen, elektrischen Betrieb und so weiter von Westinghouse*), die Walzwerke von Carnegie;

*) Den Abgeordneten wurde auf den Werkgleisen ein Zug aus 50 vierachsigen, leeren Lastwagen und einer sechsachsigen elektrischen Doppel-Lokomotive vorgeführt. Letztere war bei 135 t Gewicht mit sechs einphasigen Wechselstrom-Triebmaschinen mit zusammen 1350 P. S. und mit einer elektrisch gesteuerten Prefsluft-Steuerung ausgerüstet. Es wurden Fahr-, Brems- und Kuppelungs-Proben vorgeführt und die Vorteile der selbsttätigen Kuppelung gezeigt.



In St. Louis: Der grofse neue Hauptbahnhof, die Wagenbauanstalt der St. Louis Car Co.;
Bei Chicago: Die Pullman'sche Wagenbauanstalt;
In Montreal: Die Riesen-Brücke über den St. Lorenz-Strom;
In Schenectady: Die Schenectady-Lokomotiv-Bauanstalt und die der »General Electric Co.«, die zusammen wohl die Hälfte der Stadt bilden;
In New-York: Die »Overhead«- und »Subway«-Strafsenbahnen, die geplanten und teils auch im Baue begriffenen Tunnelbahnen unter dem Hudson und Eastriver, endlich der riesige Verkehr auf und nächst der alten Eastriver-Brücke.

Dieser grofsartige Empfang, welcher den europäischen Abgeordneten in Amerika zu Teil wurde, ist hauptsächlich das Werk der mächtigen »American Railway Association« im Vereine mit den Ortsausschüssen der besuchten grofsen Städte, welche ebenfalls hauptsächlich aus hervorragenden Vertretern des Eisenbahnwesens gebildet waren.

Am 4. Mai 1905 fand im »New Willard Hotel« die feierliche Eröffnung der Kongrefs-Sitzungen durch den »honourable Charles W. Fairbanks«, Vice-Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika statt. Ihm standen zur Seite Herr Ernest Gerard in Vertretung des abwesenden Präsidenten Dubois der »permanenten Kommission« und Herr Louis Weifsenbruch, General-Sekretär der Kommission.

Im Ganzen waren 1206 Mitglieder eingeschrieben, und in Wirklichkeit 580 Teilnehmer aus 32 Staaten anwesend und zwar:

Zusammenstellung I.

Anzahl der zu Washington anwesenden Kongrefs-Teilnehmer.

Nr.	Vertretene Staaten	Zahl der Vertreter von Regierungen	Zahl der Vertreter von Bahnverwaltungen	Nr.	Vertretene Staaten	Zahl der Vertreter von Regierungen	Zahl der Vertreter von Bahnverwaltungen
1	Argentinien (Republik)	1	6		Übertrag:	48	178
2	Belgien	6	12	18	Japan	3	—
3	Brasilien (Republik)	1	1	19	Mexiko (Republik)	1	1
4	Bulgarien	1	1	20	Norwegen	1	1
5	Chili (Republik)	2	—	21	Österreich-Ungarn	5	11
6	China	4	—	22	Peru (Republik)	1	1
7	Columbia (Republik)	—	2	23	Portugal	2	5
8	Congostaat	1	—	24	Rumänien	2	2
9	Cuba (Republik)	—	1	25	Rufsland	2	8
10	Dänemark	1	4	26	Schweden	2	10
11	Deutschland	6	—	27	Schweiz (Republik)	—	7
12	Equador (Republik)	2	—	28	Siam	1	—
13	Frankreich m. d. Kolonien (Republik)	7	47	29	Spanien	3	15
14	Grofsbritannien mit den Kolonien	11	83	30	Türkei	1	1
15	Griechenland	2	1	31	Uruguay (Republik)	—	1
16	Holland mit den Kolonien	2	13	32	Vereinigte Staaten von Amerika	12	255
17	Italien	1	7		Zusammen	84	496
		48	178				84
					Im ganzen		580

Nach verschiedenen längeren Festreden, bei denen insbesondere die Geschichte der Entwickelung des Eisenbahnwesens in Amerika durch beachtenswerte Zahlen beleuchtet, und die freiheitliche Gestaltung der amerikanischen Beförderungs-Unternehmungen betont wurde, bei denen weder Staatsbetrieb noch Tarifzwang, sondern nur freier Wettbewerb zu finden ist, wurde zur Bildung der Bureaus für die Sitzungen übergegangen.

Den Ehrenvorsitz übernahmen »The Honourable Charles Warren Fairbanks«,

Vicepräsident der Vereinigten Staaten von Amerika, ferner Alexander J. Cassatt, Präsident der Pennsylvania-Bahn und E. H. Harriman, Präsident des »executive committee« der »Southern Pacific Company«.

Bureau der Vollversammlung.

Präsident Stuyvesant Fish*), Präsident der »American Railway Association«, Präsident der »Illinois«-Zentral-Bahn«, Mitglied der »permanenten Kommission« des Kongresses.

Stellvertretende Präsidenten: Die anwesenden ersten Regierungsvertreter aller Staaten.

General-Sekretär*) Louis Weifsenbruch, Direktor der belgischen Staatsbahnen und General-Sekretär der »permanenten Kongrefs-Kommission«.

General-Sekretär*), angegliedert für die Versammlung, W. F. Allen, General-Sekretär der »American Railway Association«.

Nach so erfolgter Bildung des Bureau für die Vollversammlung verteilte man sich in die fünf Sektionen, woselbst die Bureaus nach Zusammenstellung II gebildet wurden:

Zusammenstellung II.

Bureaus in den fünf Sektionen.

Section	Präsident	Haupt-Sekretäre	Hülfs-Sekretäre
1. Unterbau und Oberbau. — Fragen IA, IB, II, III, IV.	*Jul. Kruttschnitt* (V. St. v. Amerika), Vierter V.-Präsident der „Southern Pacific Railroad“, Mitgl. der perm. Kongrefs-Kommission. — Vice-Pr. *E. Pontzen* (Frankreich).	*E. Elskes* (Schweiz), Chef-Ing. für Oberbau der eidgen. Eisenbahnen. — *C. W. Buchholz* (V. St. v. Amerika) „Consulting Engineer“ der „Erie Railroad“.	*L. H. N. Dufour* (Holland), Ing. der niederländischen Staatsbahnen. — *V. Tolstopiatoff* (Rufsland), Staats-Ingenieur für Wegverbindungen.
2. Lokomotiven und Zugförderung. — Fragen V, VI, VII, VIII.	*Ed. Sauvage* (Frankreich), Beratender Chef-Ing. der „Ch. de fer de l'Ouest“. — Vice-Pr. *F. Mentsik* (Ungarn), Sect.-R. im K. ungar. Handels-Ministerium.	*C. Boell* (Frankreich), Ing. für Maschinen und Zugförderung bei den Staatsbahnen. — *D. F. Crawford* (V. St v. Amerika), Gen.-Superintendent der „Pennsylvania Lines“.	*F. Paul Dubois* (Frankreich), Ing. für Maschinen und Zugförderung bei der Orléansbahn. — *J. J. da Silva Freire* (Brasilien), Chef-Ing. für M. u. Zugf. bei der Zentralbahn.
3. Bahnbetrieb. — Fragen IX, X, XI, XII. Mitwg. bei XIX.	*H. T. Hodgson* (England), Vice-Präsident des „Midland R. W.“ — Vice-Pr. *B. L. Wintchell* (V. St. v. Amerika), Pr., „Chicago, Rock Isl. u. Pacific R.-W.“, Mitgl. der perm. Kongrefs-Kommission.	*Karl Jenny* (Österreich), Ober-Inspektor d. Südbahn bei der Betr.-Inspektion Innsbruck. — *A. W. Johnston* (V. St. v. Amerika), „Gen.-Superintendent New-York, Chicago und St. Louis Railroad“.	*P. Dreyfus* (Frankreich), Zugförderungs-Vorst. der Paris-Lyon-Med.-Bahn. — *Felix Sartiaux* (Frankreich), Von der Zentral-Verwaltung der franz. Nordbahn.

*) Den hier genannten drei Herren mufs das Hauptverdienst für das Gelingen der grofsartig durchgeführten amerikanischen Versammlung zugesprochen werden. Die Herren Stuyvesant Fish und W. F. Allen erfreuen sich einer grofsen Beliebtheit in Eisenbahnkreisen. Herr L. Weifsenbruch hat die grofse Arbeit der Drucklegung aller Vorberichte in französischer und englischer Auflage meisterhaft bewältigt.

Sektion	Präsident	Haupt-Sekretäre	Hülfs-Sekretäre
4. Allgemeines. ——— Fragen XIII, XIV, XV und XVI. Mitwg. bei XX.	*Emile Heurteau* (Frankreich), Gen.-Direktor der Bahn: Paris-Orléans, Mitgl der perm. Kongrefs-Kommission. ——— Vice-Pr. *James Douglas* (V. St. v. Amerika), Präs. der „El Paso und Southwestern Railroad.	*Maurice Margot* (Frankreich), Chef-Ing. im Betriebe der Paris-Lyon-M.-Bahn. C. *Peter Clark* (V. St. v. Amerika), Gen.-Direktor der „Buffalo und Susquehanna Railroad".	*William d'Eichthal* (Frankreich), V.-Rt. der Localbahn in den „Landes". ——— *Amédé Gay* (Frankreich), Secret. „Ch. de fer de l'Ouest." ——— C. *Emile Heurteau* (Frankreich), St.-Ing. der Minen.
5. Klein-Bahnen. ——— Fragen XVII, XVIII, XIX und XX. Mitwg. bei VIII.	*Max Edler von Leber* (Österreich), K. K. Min. R. im Eisenbahn-Ministerium, Mitgl. der perm. Kongrefs-Kommission. ——— C. *M. Hays* (V. St. v. Amerika), Gen.-Direktor der „Grand Trunk Railway", Mitgl. der perm. Kongrefs-Kommission.	*W. M. Acworth* (England), „Barrister at Law" Deleg. der Regierung. C. *G. Waldo* (V. St. v. Amerika), General-Agent der „Cincinnati Belt Line".	*G. Lembourg* (Belgien), Chef-Ing. der „Société nationale belge des chemins de fer vicinaux". ——— *O. Estenfeld* und *J. Lewis* (V. St. v. Amerika), Von der Pennsylvania Railroad.

Während der ganzen Dauer des Kongresses waren im »New Willard Hotel« ein Bureau der »permanenten Kommission« und ein solches der amerikanischen Abteilung dieser Kommission in Tätigkeit. Dort fand die Verteilung aller Druckschriften und Karten an die Teilnehmer statt; dort wurde auch täglich das »Daily journal international Railway Congrefs« in französischer und englischer Auflage herausgegeben, so dafs alle Teilnehmer vollständig und laufend über die Arbeiten unterrichtet bleiben konnten.

In Zusammenstellung III sind die behandelten Fragen I bis XX, die bezüglichen Vorberichte, die Namen der Berichterstatter, die Stellen des »Bulletins«, an denen diese Arbeiten erschienen sind, endlich die Nummern der unmittelbar vor der Versammlung verteilten Sonderausgaben übersichtlich wiedergegeben.

Wir lassen dann die von der Vollversammlung des Kongresses gefafsten, wörtlich genau übersetzten Beschlüsse folgen, denen nach einer bei der 5. Versammlung eingeführten Neuerung für jede einzelne Frage ein Auszug aus dem betreffenden Sectionsberichte angeschlossen wird. Für jede Frage findet man auch als Fufsbemerkungen einige kurze Erläuterungen über den Inhalt der betreffenden Vorberichte. Die heutige Veröffentlichung ist also geeignet, dem Leser als Leitfaden zu weiteren Nachforschungen in den Kongrefs-Veröffentlichungen von der 7. Versammlung zu dienen.

In letzterer Beziehung wird noch auf die zum »Bulletin«, Mai 1906, herausgegebenen »Tables générales du 1. janvier 1887 au 31. décembre 1905«, eine Riesenarbeit der »permanenten Kommission« verwiesen, die alle Kongrefs-Veröffentlichungen seit dem Erscheinen des »Bulletin« nach dem Gegenstande und dem Verfasser aufführt, also dem Leser nur bezüglich der Versammlung von 1885 eigene Nachforschungen im damaligen »Compte rendu général« übrig läfst.

Zusammenstellung III.

Übersicht der bei dem internationalen Eisenbahn-Kongresse zu Washington im Mai 1905 behandelten XX Fragen und der bezüglichen Berichte.

Nr.	Gegenstand	Vorberichterstatter	Jahr und Seite im Bulletin	Nr. der Sonderausgabe
IA	Holzschwellen; Wahl der Holzgattungen und Tränkung	1. Alle Länder aufser Amerika *A. Hausser* . .	1904 B. XVIII S. 559	1
	desgl.	2. Amerika *J. W. Kendrick*	1905 B. XIX S. 659	32
IB	Verwitterung der Schwellen in tropischen Ländern und Gegenmittel	*F. J. E. Spring*	1904 B. XVIII S. 1815	20
II	Schienen für Eilzüge	1. Deutschland, Holland, Rumänien, Rufsland, Dänemark, Schweden, Norwegen und Schweiz *J. W. Post*	1904 B. XVIII S. 847	7
	„	2. Andere Länder aufser Amerika *Van Bogaert*	1904 B. XVIII S. 873	7
	„	3. Amerika *P. H. Dudley*	1905 B. XIX S. 791	35
III	Verbesserte Kreuzungen	*C. W. Buchholz*	1905 B. XIX S. 1311	39
IV	Eisen-Beton	1. Rufsland *S. v. Kareischa*	1904 B. XVIII S. 1131	10
	„	2. Alle Länder aufser Rufsland und Amerika *W. Ast*	1904 B. XVIII S. 1351	15
	„	3. Amerika *J. F. Wallace*	1905 B. XIX S. 1059	37
V	Lokomotiven von grofser Leistungsfähigkeit	1. Alle Länder aufser Amerika *E. Sauvage* . .	1904 B. XVIII S. 753	5
	„	2. Amerika *J. E. Muhlfeld*	1905 B. XIX S. 1745	44
VI	Zweifache und vielfache Lokomotiv-Besetzung	1. Alle Länder aufser Amerika, Belgien, England, Holland, Dänemark, Rufsland, Schweden und Norwegen *C. Boell*	1904 B. XVIII S. 580	2
	„	2. Amerika *G. W. Rhodes*	1904 B. XVIII S. 1179	11
	„	3. Belgien, England, Holland, Dänemark, Rufsland, Schweden und Norwegen *E. Hubert* .	1905 B. XIX S. 79	24
VII	Selbsttätige Kuppelungen	1. England *W. F. Pettigrew*	1904 B. XVIII S. 993	8
	„	2. Alle Länder aufser England und Amerika *G. Noltein*	1904 B. XVIII S. 1313	14
	„	3. Amerika *A. W. Gibbs*	1905 B. XIX S. 625	31
VIII	Elektrische Zugförderung	1. Frankreich *F. P. Dubois*	1904 B. XVIII S. 1589	17
	„	2. England und Belgien *E. Gerard*	1905 B. XIX S 97	28
	„	3. Amerika *W. D. Young*	1905 B. XIX S. 1529	42
	„	4. Andere Länder *V. Tremontani*	1905 B. XIX S. 1199	38

Nr.	Gegenstand	Vorberichterstatter	Jahr und Seite im Bulletin	Nr. der Sonder-ausgabe
IX	Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Züge	1. Amerika *C. B. Dudley*	1905 B. XIX S. 763	34
	„	2 Andere Länder *Cajetan Banovits*	1905 B. XIX S. 1439	41
X	Selbsttätige Blockwerke	1. Amerika *C. H. Platt*	1904 B. XVIII S. 1247	13
	„	2. Andere Länder *M. Margot*	1904 B. XVIII S. 1287	13
XI	Reise-Gepäck	*G. H. Daniels*	1904 B. XVIII S. 1953	22
XI B	Stückgüter	*J. H. Bradley*	1905 B. XIX S. 727	33
XII	Vororts-Verkehr in der Umgebung der Städte	1. Amerika *A. W. Sullivan*	1904 B. XVIII S. 1517	18
	„	2. Andere Länder *H. G. Drury*	1905 B. XIX S. 387	30
XIII	Frachtsätze	1. England *Harry Smart*	1904 B. XVIII S. 591	3
	„	2. Italien, Spanien, Portugal, Frankreich und Belgien *Alfred Mange*	1904 B. XVIII S. 1019	9
	„	3. Andere Länder *W. J. van Overbeck de Meyer*	1904 B. XVIII S. 1985	23
XIV	Buchführung und Rechnungsführung	1. Alle Länder aufser Amerika und Rufsland . *R. v. Löhr*	1904 B. XVIII S. 1717	19
	„	2. Rufsland *J. v. Richter*	1905 B. XIX S. 191	29
	„	3. Amerika *A. H. Plant*	1905 B. XIX S. 1337	40
XV	Dauer und Regelung der Arbeit	1. Schweiz *Pl. Weissenbach*	1904 B. XVIII S. 599	4
	„	2. Alle Länder aufser Schweiz und Amerika . *H. Philippe*	1904 B. XVIII S. 629	4
	„	3. Amerika *G. L. Potter*	1904 B. XVIII S. 1907	21
XVI	Wohlfahrtseinrichtungen	1. Länder englischer Sprache *M. Riebenack* . .	1905 B. XIX S. 951	36
	„	2. Andere Länder *Marcel Lemercier*	1905 B. XIX S. 1599	43
XVII	Einflufs der Klein-Bahnen auf die Hauptverkehrsadern	*M. de Burlet*	1905 B. XIX S. 3	26
XVIII	Zuschüsse des Staates und der berührten Ortschaften zu Kleinbahnanlagen	1. Frankreich, Belgien, England und Deutschland *C. Colson*	1904 B. XVIII S. 803	6
	„	2. Andere Länder *E. A. Ziffer*	1904 B. XVIII S. 1485	16
XIX	Einrichtung eines sparsamen Dienstes auf schwach befahrenen Haupt- und Neben-Bahnen	1. Alle Länder aufser Amerika, Österreich-Ungarn, Deutschland und Holland *J. Rocca*	1904 B. XVIII S. 1199	12
	„	2. Österreich-Ungarn, Deutschland und Holland *C. de Tolnay*	1905 B. XIX S. 171	25
XX	Zugförderung mit Triebwagen	*Keromnes, Léchelle* und *E. Sartiaux*	1905 B. XIX S. 41	27

1. Sektion.

Unterbau und Oberbau.

I. A. Holzschwellen, Wahl der Holzgattungen und Tränkung.

1. A. Haufser*), Chef-Ingénieur der Compagnie du Midi francais, alle Länder aufser Amerika.

2. J. W. Kendrick**), dritter Präsident der Atchison Topeka und Santa Fé Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Herr Müntz von der französischen Ostbahn berichtet über die Ausführungen des Herrn Haufser und liest die beantragten Beschlüsse vor, welche nacheinander der Erörterung unterzogen werden. Die Verhandlung betrifft vorerst die Holzgattungen, die Art der Tränkung und den Umstand, ob die Schwellenoberfläche, Nivelette, bedeckt werden soll oder nicht. Hieran beteiligen sich: Kruttschnitt, Southern Pacific-Bahn, Bauchal, französische Westbahn, Ramsey, Chicago, Peoria, St. Louis of Illinois Bahn, Dudley, New-York, Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn, Hart, Cartagena, Magdalena Bahn, Cushing, Southern Pacific Bahn, Descubes, französische Ostbahn, Thompson, Madras Bahn.

Dann wird zu den vom Berichterstatter Kendrick gestellten Anträgen für die Uebernahme und Vorbereitung der Schwellen übergegangen. An der Erörterung beteiligen sich: Faulkner, Atchison, Topeka und Santa Fé Bahn, Descubes, französische Ostbahn, Cartault, P. L. M.-Bahn, v. Schrenk, Illinois Zentral-Bahn, Louth, Great Western Bahn, Frosterus, Finland, Tolstopiatoff, Russischer Staat.

Dann wird die Abnutzung der Schwellen im Zusammenhange mit dem Oberbaue und dem Schotterbette behandelt und hierbei besonders auf die Vorteile der Schwellen-Schrauben und der Unterlageplatten unter der Breitfufs-Schiene aufmerksam gemacht. An der Erörterung beteiligen sich: Cartault, P. L. M.-Bahn, Descubes, französische Ostbahn, Müntz, französische Ostbahn, Dawson, London und North Western Bahn, Louth, Great Western Bahn, d'Herbeline, Orléans-Bahn, Kendrick, Atchison, Topeka und Santa Fé Bahn, Gifford Pinchot, Regierung der Vereinigten Staaten.

Beschlüsse.

1) Man mufs im Allgemeinen die Tränkung der Schwellen, um deren Dauer im Betriebe zu verlängern, bestens empfehlen. Die Wahl der fäulnishindernden Mittel und die Art der Einführung hängt von den Umständen ab, unterliegt demnach einer fallweisen Entscheidung.
2) Kreosot scheint das beste Mittel zur Erhaltung der Schwellen zu sein, es steht schon länger in Verwendung als irgend ein anderes, und die Erfahrung im Betriebe in den Hauptgleisen zeigt, dafs die Verwendungsdauer einer mit Kreosot getränkten Schwelle viel gröfser ist, als die einer nicht getränkten.
3) Es ist möglich, sowohl hartes, als auch weiches Holz zu verwenden. Die Wahl hängt von örtlichen Verhältnissen ab.
4) Es empfiehlt sich, bei der Übernahme der Hölzer alle angemessenen Vorsichtsmafsregeln anzu-

*) A. Haufser (Sonderausgabe 1.) erwähnt die verschiedenen in Verwendung stehenden Holzgattungen, die empfehlenswerten Vorsichtsmafsregeln, um sich der Güte des Holzes zu versichern, sowie die verschiedenen Tränkungsverfahren. Er empfiehlt, hartes Holz mit Kreosot zu tränken. Es folgen Ausführungen über Haltbarkeit und Verfall der Schwellen. Eine auf 41 Verwaltungen Bezug nehmende Übersicht gibt die gemachten Erfahrungen. Dann folgen Erläuterungen über Abnutzung der Schwellen und die beantragten Beschlüsse.

**) J. W. Kendrick (S.-A. Nr. 32.) beginnt mit geschichtlichen Erinnerungen über Holzgewinnung für Schwellen und gibt Ratschläge für deren Tränkung und Behandlung je nach der Holzgattuug. Er hatte an 211 Verwaltungen 25 Fragen gestellt; 102 Verwaltungen haben geantwortet. In 9 Zusammenstellungen hat er die mitgeteilten Erfahrungen vereint; hierunter befinden sich auch einige beachtenswerte Schaulinien, welche die im Laufe der Jahre erzielten gewichtigen Fortschritte beleuchten. Dann folgen noch in 12 Beilagen die wichtigsten von den Verwaltungen gesendeten Zusammenstellungen und Listen.



wenden und mit gehöriger Strenge vorzugehen. Die zur Vorbereitung der Schwellen dienenden Arbeitsplätze müssen in reinlichem Zustande gehalten und von allen in Fäulnis übergegangenen Abfällen befreit werden. Die gelieferten Schwellen müssen mindestens 6" = 152 mm oberhalb des Erdbodens rostweise derart geschichtet werden, dafs das Hinzukommen von Luft und Licht begünstigt wird.

5) Das Fehlen der Schwellenbedeckung scheint auf die Dauer des Holzes selbst bei weichen, nicht getränkten Gattungen keinen nachteiligen Einflufs auszuüben. Bei dieser Verwendungsart ergibt sich die Möglichkeit, sofort alle fehlerhaften Stellen wahrzunehmen und, wenn möglich, gleich Abhilfe zu schaffen. In besonderen Fällen, insbesondere in heifsen Gegenden, kann die Bedeckung mit Schotter nützlich sein.

6) Es ist nötig, sowohl bei der Wahl der Hölzer, als auch bei der der Beschotterung Strenge gelten zu lassen. Der Schotter mufs wasserdurchlässig sein, gutes Unterkrampen und gute Erhaltung gestatten und die Festhaltung der Schwelle in ihrer Bettung begünstigen. Die Mafsnahmen zur besten Erhaltung des Holzes sichern auch am Vollständigsten die sichere Lage der Geleise.

7) Um in der Beschotterung jede Zerstörung zu verhüten, wodurch auch die Erhaltung der Schwellen gesichert wird, kann nicht genug empfohlen werden, die Entwässerung der Unterbaukrone sicher zu stellen und für den Ablauf des Wassers in allen Fällen zu sorgen.

8) Zur Verhütung der Abnutzung der Schwellen ist es wichtig, dafs in der Befestigung der Schiene auf der Schwelle jede gegenseitige Bewegung vermieden wird, sowohl in lotrechter als auch in seitlicher und in der Längen-Richtung. Der in den Vereinigten Staaten fast ausschliefslich verwendete Schienennagel bildet kein genügendes Befestigungsmittel; zur Erzielung befriedigender Ergebnisse erscheint die Einführung der Schwellen-Schraube nötig.

9) Nur indem man aufmerksam die Anzahl der getränkten Schwellen, die Art ihrer Behandlung, den Ort und den Zeitpunkt ihrer Inbetriebsetzung und Erneuerung anmerkt, wird man bestimmen können, ob eine bestimmte Behandlungsart ein befriedigendes Ergebnis liefert, und ob die erwarteten wirtschaftlichen Vorteile erreicht wurden. Es wäre sicherlich nützlich, wenn jede Bahnverwaltung, die getränkte Schwellen verwendet, diese mit einem besondern Abzeichen, vorzüglich durch Nägel mit Zeitangabe kennzeichnen liefse und baldigst darauf bezügliche regelmäfsige Aufschreibungen einrichtete.

I. B. Holzschwellen; Ursachen der Zersetzung in tropischen Gegenden und Mittel zur Abwehr.

J. E. Spring*). Late chief engineer in the Railway Dep. of the Government of India.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Wegen Abwesenheit des Herrn J. E. Spring werden dessen Beschlufsanträge durch den Herrn ersten Sekretär Elskes verlesen.

An der hierauf folgenden Erörterung beteiligen sich: G. E. Louth, Great Western-Bahn, J. Fraser, New-South Wales Staatsbahn, C. J. Armstrong, Zentral-South Africa-Bahn, S. Brian, Buenos-Ayres Western-Bahn, D. W. Zum, Southern-Bahn, Amerika, Cartault, P. L. M.-Bahn. Es werden nähere Auskünfte über die australischen Hölzer »Jarrah« und »Karri« gegeben, über die gute Erfahrungen gemacht sind. Das »quebracho colorado« wird in der Argentinischen Republik mit Vorteil verwendet, ohne dafs eine Vorbereitung nötig wäre. Die Ansichten sind im Allgemeinen sehr geteilt.

*) J. E. Spring (S.-A. Nr. 20) berichtet über die Antworten von 19 Verwaltungen mit zusammen 51 500 km in 11 Abschnitten über Witterungs-Verhältnisse, verwendete Holzgattungen, Behandlung der Schwellen, Ursachen der Abnutzung, Preisverhältnisse. Er ist der Meinung, dafs die künstliche Erhaltung in tropischen Gegenden weniger wichtig ist, weil fast überall einheimische Holzgattungen vorhanden sind, welche sich gut halten. Diese Frage betrifft eher die eingeführten Schwellen. Dem Vorberichte sind die Antworten der Verwaltungen auf den Fragebogen des Berichterstatters, sowie ein Ausweis der einschlägigen Veröffentlichungen angeschlossen.

Beschlufs.

Die erhaltenen Mitteilungen über die Ursachen der Zerstörung von Schwellen in tropischen Ländern und über die Mittel zur Abwehr sind nicht zahlreich genug, um abschliefsende Schlüsse zu ziehen, es ist wünschenswert, dafs dieser Gegenstand auf der Tagesordnung bleibe.

II. Schienen der Schnellzug-Gleise.

Verstärkte Schienen-Querschnitte; Erzeugung und Übernahme; bestes Metall für Schienen und Radreifen; Nickel-Mischmetalle; Schienenstöfse; Verbesserungen am schwebenden Stofse; Versuche mit gestütztem Stofse; Bestrebungen zur Verminderung der Anzahl der Stöfse; Mittel zur Verhinderung des Wanderns, insbesondere auf zweigleisigen, stark geneigten Bahnstrecken.

1) J. W. Post*). Haupt-Ingenieur für Oberbau und Bau bei den holländischen Staatsbahnen; Deutschland, Holland, Rumänien, Rufsland, Dänemark, Schweden, Norwegen und die Schweiz.
2) Van Bogaert**). Ingenieur en chef, directeur aux chemins de fer de l'Etat belge; alle anderen Länder aufser Amerika.
3) P. H. Dudley***). Inspecting engineer, New-York, Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sectionsberichte.

H. Dufour, Holländische Staatsbahnen, verliest die von dem inzwischen verstorbenen Berichterstatter J. W. Post beantragten Beschlüsse. Hierauf verliest der zweite Berichterstatter Van Bogaert einen Auszug aus seiner Arbeit und die von ihm beantragten Beschlüsse, unter besonderer Betonung gewisser Fragepunkte. Anschliefsend gibt der dritte Berichterstatter P. H. Dudley eine Darstellung der wichtigsten Punkte seines Vorberichtes und verliest ebenfalls die dort beantragten Beschlüsse.

In Anbetracht der vorliegenden vielen Beschlufsanträge werden die Herren Dudley, Van Bogaert und Dufour beauftragt, zusammen einen gemeinschaftlichen kürzern Entwurf von Beschlufsanträgen aufzustellen.

An der hierauf folgenden Erörterung beteiligen sich aufser den Genannten: Descubes, französische Ostbahn, Th. H. Johnson, Pennsylvania-Linien westlich von Pittsburg, Cartault, P. L. M.-Bahn, G. E. Louth, Great Western-Bahn, W. C. Cushing, Pennsylvania-Linien westlich von Pittsburg, R. Job, Philadelphia- und Reading-Bahn, C. W. Buchholz, Erie-Bahn, W. J. Wilgus, Neu-York, Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn, R. Barker, South Eastern- und

*) J. W. Post (S.-A. Nr. 7) bezieht die Frage auf Gleise, die beständig mit 90 km/St. befahren werden; es haben nur 5 Verwaltungen auf solche bezügliche Antworten gesendet: Dänemark, Holland, Rufsland und die Schweiz. Er bespricht die Querschnitte schwerer Schienen, die Erzeugung und Übernahme und die Schienenstöfse. Eine Liste gibt die Hauptangaben für die schwersten Schienen in Dänemark, Holland, Rufsland, der Schweiz, Deutschland, Amerika und Belgien. Dann folgen die Querschnitte der 60 kg/m Schienen, statistische Mitteilungen und ein Entwurf der Beschlüsse.

**) Van Bogaert (S.-A. Nr. 7) bespricht in 7 Abschnitten die von 30 Verwaltungen erhaltenen Antworten über Stuhl- und Breitfufs-Schienen, Querschnitte, Erzeugung und Übernahme, Schienen mit Nickelmischung, Stofsverbindungen, insbesondere gestützten schwebenden Stofs und Wanderungen. Dem Berichte sind zahlreiche Zeichnungen, eine umfangreiche Zusammenstellung der in den Antworten enthaltenen ziffernmäfsigen Angaben und ein Entwurf zu Beschlüssen angeschlossen.

***) P. H. Dudley (S.-A. Nr. 35) berichtet über die von 58 amerikanischen Verwaltungen erhaltenen Antworten. Vorerst werden Zeichnungen mit Mafsangaben für den Oberbau von 26 Verwaltungen gegeben, worunter nur 1 Stuhlschienen-Oberbau. Er bespricht in 15 Abschnitten: I. Die allgemeine Beschaffung der Oberbauanlagen und die hieran gestellten Anforderungen, II. die Rücksichtnahme auf die amerikanischen Lokomotiv-Bauarten, III. die Rücksichtnahme auf die Gewichte, die Schwellen und die Beschotterung, IV. die Rücksichtnahme auf den Raddruck, den Achsstand und die belastete Länge bei den verschiedenen Lokomotiven, V. die Erzeugung und Prüfung des Schienen-Metalles, VI. die Erprobung und Übernahme, VII. bis IX. die chemischen und physikalischen Eigenschaften des besten Schienenstahles, X. die Radreifen, XI. den Nickelstahl, XII. bis XIV. die Stofsverbindungen, XV. die Wanderungen. Dieser mit zahlreichen Zeichnungen und Listen ausgerüstete Bericht, einer der ausführlichsten der Versammlung, endet mit Beschlufs-Anträgen.



Chatham-Bahn, J. F. Wallace, Amerika, Tolstopiatoff, Russischer Staat, J. P. Ramdey, Chicage, Peoria und St. Louis-Bahn.

Beschlüsse.

1) Aufgabe der Oberbau-Unterlage ist es, die Wirkungen der beweglichen Lasten zu ertragen, so wie diese durch die Räder auf die Schienen, die Schwellen und die Beschotterung ausgeübt werden; diese Unterlage wird beim Überrollen jedes Zuges, zum Teile auch jedes Rades abwechselnd belastet und entlastet. Jede Verbesserung in der Verteilung der Belastungen auf die Unterstützung erhöht die Festigkeit des Gleises und hat einen Fortschritt im Verkehr zur Folge.

2) Ein Schienenquerschnitt mit guter Verlaschung und die tragende Unterlage unterliegen einer minderen Beanspruchung, weil die Schiene dann einigermafsen als ein auf mehreren Stützen ruhender durchlaufender Träger ausgebildet ist.

3) Es herrscht das Bestreben vor, das Schienengewicht in Gemäfsheit der Geschwindigkeit zu vergröfsern. Das Gleis mit schweren Schienen erfordert geringere Erhaltung und Erneuerung, die Schiene unterliegt geringerer Abnutzung und bricht seltener. Bei gut unterhaltenem Gleise, vorzüglichen Fahrbetriebsmitteln und gut ausgeglichenen Lokomotiven besteht keine zwingende Notwendigkeit, schwere Schienen zu verwenden.

4) Durch Erbreiterung des Schienenkopfes, wodurch der Angriff der Laschen vergröfsert wird, verringert man die Abnutzung der Angriffs-Flächen zwischen Lasche und Schiene, sonach auch die Formveränderung des Schienenstofses. In diesem Sinne müfste auch der Laschenstahl fast ebenso hart sein, wie der Schienenstahl, vorausgesetzt, dafs dabei Sprödigkeit des Stahles vermieden wird. Mit Bezug auf den Reibungswiderstand an den Schienenenden gut durchgebildete Verlaschungen vermitteln, von einer Schiene zur nächsten, die Fortpflanzung der unter den verkehrenden Lokomotiven und Wagen entstehenden Angriffsmomente.

5) Die üblichen Festigkeitsproben auf Zug, Biegung oder Stofs, und die üblichen Verfahren der Übernahme gestatten es, für die Schienen der Schnellzuggleise eine annehmbare Beschaffenheit des Stahles zu erhalten; sie sind aber ungenügend für die Schienen der amerikanischen Gleise, wo bedeutendere Achsdrücke vorkommen. Es ist nötig, Prüfungsverfahren zu suchen, durch die vorhandene Blasen entdeckt werden.

Es ist das Bestreben vorhanden, die physikalische Behandlung dieser Schienen durch eine Überwachung der Wärmestufen während der Walzarbeit strenger zu gestalten, um feinkörniges Gefüge zu erzielen. Die mikroskopische Untersuchung zur Feststellung der Gleichartigkeit des Gefüges des Stahles der fertigen Schiene leistet gute Dienste. Einige Verbesserungen in der Herstellung zur Verminderung der in den Gufsblöcken vorhandenen Blasen rechtfertigen die Hoffnung, dafs auch eine Verminderung der Zahl und Gröfse von Blasen in den fertigen Schienen erzielt werden kann.

6) Zur Sicherung guter Beschaffenheit des Stahles ist es wünschenswert, beim Walzen der Breitfufs-Schienen am Rande des Schienenfufses hinreichende Dicke von mindestens 13 ^{mm} beizubehalten.

7) Der Schienenstahl mufs gesund und feinkörnig sein und eine Bruchfestigkeit von 40 bis 42 kg/qmm bei 15 bis 10 $^0/_0$ Dehnung auf 50 ^{mm} Länge besitzen. Der Probestab soll dem Schienenkopfe entnommen werden.

8) Nickelstahl wird für europäische Schienen nicht verwendet. In Amerika, wo gröfsere Achsdrücke vorkommen, wird auf den am meisten beanspruchten Gleisen Nickelstahl versuchsweise verwendet.

9) Für Breitfufs-Schienen werden verschiedene Arten von Winkellaschen, von schwebenden und unterstützten Stöfsen verwendet; mit den einen und anderen werden gute Ergebnisse erzielt. In Amerika ist mit Erfolg versucht worden, bei schweren und langen Schienen die Zahl der Dehnungs-Stöfse zu vermindern.

10) Die geschweifsten Stöfse werden nicht empfohlen. Die Verwendung sehr langer Schienen ist



wünschenswert; eine Länge von 18 m ist in Europa üblich geworden: in Amerika beträgt die übliche Länge 3,3′ = 10,06 m.

11) Dem Wandern der Gleise wurde wirksam begegnet.

III. Verbesserte Kreuzungen.

Gefederte Kreuzung, Beweglichkeit mit der Weichenzunge, Kreuzung ohne Lücke am Herzstücke. C. W. Buchholz*), consulting engineer, Erie-Bahn.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Der Berichterstatter C. W. Buchholz wiederholt die Ausführungen seines Vorberichtes und verliest die beantragten Beschlüsse. An der Erörterung beteiligen sich: J. Fraser, New South Wales, Staatsbahn; J. P. Ramsey, Chicago, Peoria und St. Louis Bahn; E. B. Ashby, Lehigh Valley Bahn.

In Australien wurden bewegliche Kreuzungen bei mit weniger als 50 km/St. befahrenen Gleisen mit Erfolg eingeführt. Auf der Bahn Chicago, Peoria, St. Louis war der Erfolg ein guter, ohne dafs eine Geschwindigkeitsgrenze in Betracht käme.

Beschlüsse.

Auf allen mit schwerem Verkehre belasteten, mit Lokomotiven von mehr als 25 t und Wagen von mehr als 18 t Achsdruck befahrenen Haupt-Gleisen kann die Federkreuzung, spring rail frog, croisement à ressort, oder die Gelenk-Kreuzung, hinged spring frog, croisement à pivot, mit aller Sicherheit verwendet werden, wenn der Verkehr auf den abzweigenden Gleisen verhältnismäfsig gering ist.

Kreuzungen mit beweglichen Herzspitzen, movable point frogs, croisement à pattes de lièvre mobiles, können in allen Bahnhöfen vorteilhaft verwendet werden, wo der zur Überführung der Züge von einem Gleise zum andern vorhandene Raum beschränkt ist. Wenn der verfügbare Raum es zuläfst, und wenn die Züge mit voller Geschwindigkeit durchfahren müssen, sind Abzweigungen mit Weichenzungen bester Bauart und unbewegliche Kreuzungen vorzuziehen.

IV. Eisen-Beton.

Verwendung bei Eisenbahnbauten. Vergleich zwischen den Kosten von Brücken aus Eisen-Beton und solchen aus Eisen.

1. S. de Kareischa**), Vize-Direktor der Abteilung für Betrieb der Eisenbahnen in Rufsland, Rufsland.

2. W. Ast***), Baudirektor der österreichischen Kaiser Ferdinands-Nordbahn, alle Länder aufser Rufsland und Amerika.

*) C. W. Buchholz (S.-A. Nr. 39) erörtert zunächst, dafs hier nur eine Ergänzung der Berichte von 1900, sechste Versammlung, von Worthington und Cartault, beabsichtigt wird. Die Kreuzung, frog, croisement de voie, mit der Weiche vermittelt den Übergang auf das nächste Gleis. Die Kreuzungsweiche, cross over, traversée diagonale, vermittelt die Übersetzung mehrfacher Gleise mit Weichen. Die Kreuzung, crossing, traversée, dient zur Übersetzung ohne Weichen. Gefederte und gelenkige Kreuzungen, hringed spring frog, sliding yard frog, sind in Amerika für die erst genannten Kreuzungen gebräuchlich. Für Kreuzungsweichen werden oft bewegliche, von den Weichenzungen abhängige Herzspitzen verwendet; der Kreuzungswinkel ist dabei 1 : 12. Für Kreuzungen ist bisher nichts erfunden worden, um die Lücke zu beseitigen. Es folgen beantragte Beschlüsse, sowie eine Anzahl Zeichnungen und Briefe der Verwaltungen als Beilagen.

**) S. de Kareischa (S.-A. Nr. 10) erörtert, dafs sein abgekürztes Referat durch eine mit Bildern und Zeichnungen ausgestattete Veröffentlichung im „Bulletin“ ergänzt werden soll. Er bespricht in 6 Abschnitten die mit Eisen-Beton durchgeführten Proben, die ausgeführten Hochbauteile, die ausgeführten Wasserbehälter, ganzen Baulichkeiten, Gründungen, sowie alle ausgeführten Eisenbahn-Kunstbauten. In einigen Listen sind die Hauptmafse für Wasserleitungs-Bauwerke angeführt und die Preise von Talbrücken berechnet. Dem folgen Beschlufsanträge.

***) W. Ast (S.-A. Nr. 15, deutsch und französisch) bespricht in 3 Abschnitten mit Unterteilungen: angewendeten Bauweisen des Eisen-Beton und die ausgeführten Bauwerke, II. die über die Bewährung des Eisen-Beton gewonnenen Erfahrungen, III. die neueren theoretischen Grundlagen und gewonnenen Erkenntnisse.

3. J. F. Wallace*), late general manager, Illinois Zentral Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Wegen Abwesenheit der Berichterstatter übernehmen es die Herren Kupka, Kaiser Ferdinands Nordbahn, und Tolstopiatoff, russischer Staat, unter Zusammenfassung aller drei Vorberichte einen Entwurf für Beschlüsse aufzustellen. An der Erörterung der Beschlufsanträge beteiligen sich aufser den Vorgenannten: Müntz, französische Ostbahn; Bauchal, französische Westbahn; Elskes, schweizerische Bundesbahnen; Rabut, französische Westbahn; Bruneel, belgische Staatsbahnen; Jégou d'Herbeline, Orléansbahn; Maas, holländische Bahn; D. W. Lum, Southern Bahn; G. W. Kittredge, Cleveland, Cincinnati und St. Louis Bahn. Die Meinungen über die besonders zu empfehlenden Bauten, über den Kostenvergleich für Bauten aus Eisen-Beton oder aus Eisen gehen weit auseinander. Man erkennt allgemein die von Bauten aus Eisen-Beton gebotenen Vorteile an.

Beschlüsse.

1. Eisen-Beton hat sowohl in technischer, als auch in wirtschaftlicher Beziehung vielfache und wichtige Anwendung bei Eisenbahnen gefunden, er kann erfolgreich den Wettbewerb mit Mauerwerk, Holz oder Eisen in den Bauwerken aufnehmen.
2. Die Proben, denen die Bauten aus Eisen-Beton unterzogen wurden, die über den Gegenstand gepflogenen theoretischen Nachforschungen und die Ergebnisse der Ausführung rechtfertigen den Schlufs, dafs die Anwendung keine Besorgnis erregen soll und den Bahnverwaltungen empfohlen werden kann.
3. Die Ausführung bei Eisenbahnen hat bewiesen, dafs sorgfältig hergestellte Bauten aus Eisen-Beton ausgezeichnete Dienste leisten und fast gar keiner Erhaltung bedürfen. Aus diesen Gründen ist die Anwendung von Eisen-Beton selbst dann zu empfehlen, wenn die Anlagekosten ausnahmsweise höher zu stehen kommen, als die anderer Bauweisen.
4. Bauten aus Eisen-Beton bieten besonders in den Gegenden ein sehr gutes Auskunftsmittel, wo Baustoffe in grofsen Stärken, wie Stein und Eisen, schwer zu beschaffen sind.
5. Der Eisen-Beton gestattet, Bauwerke mittels marktgängiger Baustoffe rasch auszuführen; man vermeidet hierdurch den oft schwer empfundenen Zwang, sich mit Bestellungen an die Gewerkschaften zu wenden.

2. Sektion.

Lokomotiven und Zugförderung.

V. Lokomotiven von hoher Leistungsfähigkeit.

Erhöhung der Leistungsfähigkeit mittels hoher Dampfspannungen und mittels der Verbund-Wirkung. Anwendung von Nickelstahl.

Er ist der Meinung, dafs die Druckfestigkeit mit 150 kg/qcm, die Zugfestigkeit mit kaum 15 kg/qcm anzunehmen sei. Dann folgen Beschlufsanträge. Dem Berichte sind umfangreiche Beilagen an Briefen der Verwaltungen und Zeichnungen angeschlossen.

*) J. F. Wallace (S.-A. Nr. 37). Der auf die Antworten von 84 Verwaltungen mit zusammen 185070 km gestützte, aufserordentlich reichhaltige Bericht bespricht in 6 Abschnitten: I. die Zweckmäfsigkeit der Anwendung des mit Portland-Zement ausgeführten Eisen-Beton, welche in Amerika 1894 beginnt, II. die verschiedenen Arten von Eiseneinlagen, als Ransome: verdrehte Stäbe, Thacher und Johnson: gerippte Stäbe, Kahn: gewalzte und dann aufgebogene Formstäbe; III. die Lieferungsbedingungen, insbesondere nach der „American Railroad Engineering and Maintenance of Way Association", IV. die Ergebnisse der Versuche und theoretischen Grundlagen, V. die Beispiele von ausgeführten Bauten als Wasserleitungs- und sonstige Brücken, Decken, Wasserbehälter, VI. die nach den gestellten Fragen geordneten, aus den Antworten der Verwaltungen entnommenen wichtigsten Angaben.

Sehr zahlreiche Bilder, Zeichnungen, Darstellungen und Zahlen sind dem umfangreichen Berichte angeschlossen. Für europäische Ingenieure dürfte die Bemessung der amerikanischen Bauwerke als eine reichliche erscheinen.



1. Ed. Sauvage*), ingénieur en chef der französischen Westbahn, alle Länder aufser Amerika.

2. J. E. Muhlfeld**), general superintendent of motive power, Baltimore und Ohio Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

J. E. Muhlfeld verliest einen Auszug der Ausführungen seines Vorberichtes sowie die Beschlufs-Anträge. An der hierüber entstandenen Erörterung beteiligen sich: J. F. Deems, New-York, Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn; D. F. Crawford, Pennsylvania Linien westlich von Pittsburgh; F. G. Wright, Great Western-Bahn; A. W. Gibbs, Pennsylvania-Bahn; T. Laurent, Orléans-Bahn; R. P. Sanderson, Seabord Air Line-Bahn; H. H. Vaughan, Canadische Pacific-Bahn; A. Buchanan, Zentral-Vermont-Bahn; F. A. Clark, Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn; A. Zovell, Atchison-, Topeka- und Santa Fé-Bahn. Hierbei werden die mechanische Einführung der Kohle in den Feuerkasten, die Form des letztern, die Zweckmäfsigkeit der Verbund-Wirkung mit zwei Zylindern oder mit vier Zylindern bei zweifach gekröpften Triebachsen besprochen.

E. Sauvage verliest dann die in seinem Vorberichte beantragten Beschlüsse, welche gleichzeitig mit denen von J. E. Muhlfeld zur Verhandlung kommen. Hieran beteiligen sich H. Moffre, französische Südbahn; W. Mac Intosh, Zentral-Bahn von New-Jersey; K. Steinbifs, preufsische Staats-Bahnen; A. W. Gibbs, Pennsylvania-Bahn; Laurent, Orléans-Bahn; Asselin, französische Nordbahn; Dubois, französische Westbahn; Bowman Malcolm, englische Midland-Bahn; F. G. Wright, Great Western-Bahn; A. Tordeux, französische Ostbahn. Die Vorteile der Verbund-Wirkung mit zwei unabhängigen Triebwerken, die Versuche mit Nickelstahl, die zylindrischen Schieber, die Schmiervorrichtungen und andere Teile werden besprochen.

Beschlüsse.

Die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven ist in Europa wegen der angenommenen kleineren Achsdrücke enger begrenzt als in Amerika.

Die europäischen Ingenieure sind im allgemeinen darüber einig, dafs mittels Verbund-Wirkung die leistungsfähigsten und sparsamsten Lokomotiven gebaut werden können. Sie gestattet sehr gute Ausnutzung der Dampfkraft, ohne dafs dabei die Erhaltung der Lokomotiven wesentlich höher zu stehen käme; nur die Erhaltungskosten für den Kessel sind gröfser, aber dies folgt aus den gröfseren Abmessungen und der höhern Dampfspannung, welche jedenfalls erforderlich sind.

Fast alle seit einiger Zeit in Frankreich gebauten Lokomotiven besitzen vier sich ausgleichende Zylinder. Diese, sowie die Verbund-Lokomotiven anderer Bauarten stehen gleichfalls in

*) Ed. Sauvage (S.-A. Nr. 5) hat von 53 Verwaltungen Antworten erhalten. Er beschreibt in 26 Abschnitten die Hauptbestandteile und Eigenschaften der neueren mächtigen Lokomotiven. Die Dampfspannung wurde auf 14 bis 16 at. erhöht, die Höhenlage der Achse des zylindrischen Kessels wurde in Amerika bis 2,92 m, der Achsdruck bis 20 t und darüber erhöht. Die Triebräder werden jetzt zwischen 1,4 und 2 m für Last- und Eilzüge bemessen. Die Verwendung von flüssigen Heizstoffen hat kaum zugenommen; die gerippten Heizrohre finden Verbreitung. Eine Zusammenstellung von 32 Beispielen zeigt, wie das Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche zwischen 36 und 95 schwankt. Im Triebwerke scheinen sich die zylindrischen Schieber zu verbreiten, insbesondere bei Verbund-Wirkung, die immer mehr Anwendung findet. Man hat bei Geschwindigkeiten von 115 km/St. bis 2000 P.S. erreicht, gewöhnlich aber 1200 P.S. gehalten. Der mit zahlreichen Listen ausgestattete Bericht endet mit dem Vorschlage von Beschlüssen.

**) J. E. Muhlfeld (S.-A. Nr. 44) beschreibt den jetzigen Lokomotivenbau in Amerika. Es werden Zugkräfte von 18 t bei Lastzügen und 9 t bei Personenzügen gefordert. Die nach der Achsanordnung benannten Formen: „Mogul" 2—6—0, „Prairie" 2—6—2, „Consolidation" 2—8—0, „Mikado" 2—8—2, „Columbia" 2—4—2, „Decapod" 2—10—0, „Santa Fé" 2—10—2, „American" 4—4—0, „Atlantic" 4—4—2, „Ten Wheel" 4—6—0, „Pacific" 4—6—2, „Mastodon" 4—8—0 werden in 26 Abschnitten sowohl bezüglich ihrer Bestandteile, als auch bezüglich ihrer Leistungen gekennzeichnet. Die Gewichte sind 62 t bis 152 t für Lastzüge, 38 t bis 75 t für Personenzüge und 47 t bis 78 t für Bahnhofsdienst. Eine grofse Zusammenstellung enthält die wichtigsten Angaben für 14 Lastzuglokomotiven, 13 Personenzuglokomotiven und 3 Bahnhofslokomotiven. Die Rücksichten auf Heizstoffe, Beschaffenheit des Wassers und passende Überhitzung sind wichtig. Die bisherigen Bestrebungen zur Hintanhaltung der Wärmeausstrahlung erzielten nur mäfsigen Erfolg. Der Vorbericht schliefst mit Beschlufsanträgen. Die Abbildungen von 30 Lokomotiven sind angeschlossen.



anderen europäischen Staaten: Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Spanien in Verwendung. Mehrere Ingenieure in Grofs-Britannien und Irland erklären, sie seien davon befriedigt und betonen die Zweckmäfsigkeit einer Trennung der unter hoher und niederer Spannung arbeitenden Triebwerke.

Eine gewisse Anzahl amerikanischer Ingenieure spricht sich auch recht günstig über die Verbund-Lokomotiven aus, bezüglich derer sehr zuverlässige Ergebnisse gewonnen wurden, dies insbesondere auf der »Atchison-, Topeka- und Santa Fé-Bahn«; immerhin ist diese gute Meinung in den Vereinigten Staaten weniger zum Ausdrucke gelangt als in Europa. Es wurde auch über die Versuche berichtet, welche mit Verbund-Lokomotiven mit vier Zylindern in Neu-Seeland angestellt sind.

Die Einführung amerikanischer Lokomotiven in Europa und europäischer Lokomotiven in Amerika hatte den Vorteil, beiderseits beachtenswerte Einzelheiten bekannt zu machen, insbesondere die Leichtigkeit der Teile bei den europäischen Lokomotiven, dann die Nadelschmierer und die Schmierer mit sichtbarer Tropfenbildung bei den amerikanischen Lokomotiven.

Die Anwendung der Überhitzung des Dampfes scheint sich besonders in Deutschland und Amerika zu verbreiten und gute Ergebnisse zu liefern.

Man betont die immer häufigere Anwendung von Bestandteilen aus geprefstem Stahle, welches Verfahren in den Vereinigten Staaten von Amerika sogar bezüglich der Zylinder versucht worden sein soll. In diesem Lande verbreitet sich auch die Steuerung von Walschaert.

Im Allgemeinen scheinen alle Ingenieure, welche über die zylindrischen Schieber sprachen, mit deren Verwendung sehr zufrieden zu sein.

Eine gewisse Anzahl von Versuchen mit mechanischer Rostbeschickung wurde in den Vereinigten Staaten und auf der Great Western-Bahn in England unternommen; dafs Ergebnis ist noch kein abschliefsendes. Man hat übrigens festgestellt, dafs sowohl in Amerika, als auch in Europa, ohne solche Beschickung bei entsprechender Anordnung des Rostes auch die stärkste bislang geforderte Feuerwirkung ohne Schwierigkeit erzielt werden kann.

Der Kongrefs hat endlich auch die Verwendung der gegliederten Lokomotiven von sehr hoher Leistungsfähigkeit für vielfach gekrümmte Linien in Beratung gezogen, wie sie insbesondere nach »Mallet« und nach den bei der französischen und spanischen Nordbahn versuchsweise eingeführten Bauarten ausgeführt wurden.

VI. Zweifache und vielfache Besetzung der Lokomotiven.

Vor- und Nachteile bezüglich der Erhaltung und Ausnutzung der Lokomotiven.

1. C. Boell*), Ingénieur en chef des mines, ingénieur du materiel et de la traction, französische Staatsbahnen, alle Länder aufser den Vereinigten Staaten, Belgien, England mit den Kolonien, den Niederlanden, Dänemark, Rufsland, Schweden und Norwegen.

2. G. W. Rhodes**), Assistant General Superintendent, Burlington- und Missouri-Flufs-Bahn in Nebraska, Vereinigte Staaten von Nordamerika.

3. E. Hubert***), belgische Staatsbahnen, Belgien, England mit den Kolonien, die Niederlande, Dänemark, Rufsland, Schweden und Norwegen.

---

*) C Boell (S.-A. Nr. 2) berichtet über die Antworten von 26 Verwaltungen mit zusammen 101081 km und 21900 Lokomotiven aus Oesterreich, Ungarn, Spanien, Frankreich, Italien, der Schweiz, Rumänien, Bulgarien, Luxemburg, der argentinischen Republik und Uruguay. Er unterscheidet die doppelte oder vielfache Besetzung, die Bedienung zu dritt, die Hülfsbesetzung und die unbestimmte Besetzung und beurteilt diese Verfahren; hierauf folgen Beschlufsanträge.

**) G. W. Rhodes (S.-A. Nr. 11) bespricht die Entstehung der mehrfachen Besetzung in den Vereinigten Staaten, scheint aber dabei die Begriffe „equipe multiple", vielfache Besetzung und „equipe banale", unbestimmte Besetzung, zu verwechseln; er spricht sich übrigens über die Sache ungünstig aus. Dann folgen die im Betriebe erprobten, zu empfehlenden Verfügungen.

***) E. Hubert † (S.-A. Nr. 24) berichtet über die Antworten von 34 Verwaltungen mit zusammen 68942 km, deren Lokomotiv-Stand und Jahres-Verkehr in einer Liste nachgewiesen sind. Von 12576 Lokomotiven unterstehen 8249 der einfachen, 3391 der doppelten, 100 der dreifachen, 659 der vielfachen, 28 einer gemischten und 149 einer unbestimmten (banale) Besetzung. Das letzte Verfahren wird nicht empfohlen.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Boell trägt die Ausführungen seines Berichtes mit den Beschlufsanträgen vor. Hierauf gibt Herr Hodeige, belgische Staatsbahnen, eine Übersicht über die Ausführungen des einstweilen verstorbenen Berichterstatters E. Hubert. Von 50 gefragten Verwaltungen verwenden 16, abgesehen vom Verschubdienste, nur die einfache Besetzung und 24 ziehen ausnahmlos die einfache Besetzung vor. Die unbestimmte Besetzung findet wenig Anklang.

Boell trägt hierauf die Ausführungen des Berichterstatters G. W. Rhodes vor, wonach sich unter 84 erhaltenen Antworten 48 gegen und 36 für die mehrfache Besetzung aussprechen, welche die Betriebsausgaben erhöht und die in Lokomotiven angelegten Beträge vermindert.

An der nach der Verlesung der Beschlufsanträge entstehenden Erörterung beteiligen sich: A. W. Gibbs, Pennsylvania-Bahn; A. Tordeux, französische Ostbahn; Asselin, französische Nordbahn; Sabouret, französische Westbahn; A. E. Mitchell, Lehigh Valley-Bahn; D. Drummond, London- und South Western-Bahn; J. F. Deems, New-York-, Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn; A. Pilkington, Madras-Bahn, O. F. Busse, dänische Staatsbahnen; W. W. Hoy, Staatsbahn von Zentral-Süd-Afrika; W. Mac Intosh, Zentralbahn von New-Jersey; H. J. Small, Süd Pacific-Bahn; A. Lovell, Atchison-, Topeka- und Santa Fé-Bahn; Th. Ronayne, Staatsbahnen von New-Seeland; G. Noltein, Moskau-Kazan-Bahn; Flobert, spanische Nordbahn.

Beschlüsse.

Der Kongress stellt fest, dafs sich in Europa, sowie in anderen Ländern aufser Nordamerika die allgemeine Empfindung zu Gunsten der einfachen und zu Ungunsten der mehrfachen Besetzung ausspricht; letztere kommt nur dann zur Anwendung, wenn man hierzu durch plötzliche Zunahme des Verkehres gedrängt wird. Immerhin bedient man sich für gewisse, hierzu besonders geeignete Zugförderungsdienste, verschiedener Verbindungen von zweifacher und mehrfacher Besetzung, oder der Verwendung gewisser eingeschobener Hülfsbesetzungen.

In Nord-Amerika dagegen ist die mehrfache Besetzung ziemlich verbreitet, wiewohl sie für die Förderung der Personenzüge wenig verwendet wird, und auch eine ziemlich ausgesprochene Bevorzugung der einfachen Besetzung vorherrscht.

Übrigens mufs betont werden, dafs die Gestaltung des Zugförderungsdienstes vorwiegend von den örtlichen Verhältnissen abhängt.

VII. Selbsttätige Kuppelungen.

Vor- und Nachteile; Fortschritte in der Einrichtung; ihr Vorkommen neben anderen Kuppelungen.

1. W. F. Pettigrew*), lokomotive, carriage and wagon superintendent, Furness Bahn, England.

2. G. Noltein**), Mitglied des Verwaltungsrats der Moskau-Kazan-Bahn, alle Länder aufser England und Amerika.

*) W. F. Pettigrew (S.-A. Nr. 8) berichtet über die von 9 Verwaltungen eingegangenen Beschreibungen von benutzten selbsttägigen Kuppelungen; 34 Verwaltungen besitzen keine. Er berichtet über die Geschichte der Kuppelungen in England und den Kolonien. Es sind jetzt in England 225 und in Irland 47 Personenwagen mit solchen Kuppelungen ausgerüstet, in Natal benützt sie die „southern Mahratta Bahn". Zeichnungen für die Bauarten Gould, Buckeye, Brockelbank und Jones, sowie für den Anschlufs von Wagen mit nicht selbsttätigen Kuppelungen sowie beantragte Beschlüsse sind beigegeben.

**) G. Noltein (S.-A. Nr. 14) gibt an, dafs nach den erhaltenen Antworten auf den europäischen Bahnen bisher nur Versuche gemacht wurden; nur auf der Bahn Moskau—Kazan ist die selbsttätige Kuppelung im Betriebe eingeführt. Hier wie bei allen anderen Versuchen gilt immer als Urbild die amerikanische Klaue der „Master Car Builders Association". Der Übergangsabschnitt begegnet in Europa mehr Schwierigkeiten als n Amerika; Zeichnungen für Übergangskuppelungen von der alten zur neuen Bauart sind beigegeben. Die amerikanische Kuppelung bedingt eine Gewichtsvermehrung von nahezu 400 kg, würde aber eine wesentlich gröfsere Zugkraft gestatten; bei den jetzigen Wagenarten erscheint sie kaum vorteilhaft. Der Bericht führt die Arbeiten des V. D. E. V. und des Kongresses in seiner 6. Versammlung an, dann folgen Beschlufsanträge.



3. A. W. Gibbs*), general superintendent of motive power, Pennsylvania-Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

A. W. Gibbs ersucht, dafs vom Verlesen seines Vorberichtes abgesehen werden möge, da in Amerika die bereits allgemein bekannte Thatsache der Einführung selbsttätiger Kuppelungen nach den Vorschriften der »Master Car Builders Association« keiner weitern Erörterung bedarf. Seit der Verwendung von Stahl genügt die Widerstandsfähigkeit gegen Zug; diese beträgt bei allen Formen über 47 t, jetzt zwischen 90 t und 136 t. Durch einen der Sekretäre wurden die Beschlufsanträge W. F. Pettigrew's verlesen. Hierauf berichtet G. Noltein über die Ausführungen seines Berichtes und verliest die Beschlufsanträge.

An der Erörterung beteiligen sich: A. W. Gibbs, Amerika; J. E. Muhlfeld, Baltimore- und Ohio-Bahn; Sabouret, französische Westbahn; F. Petri, deutsche Regierung; Boell, französische Staatsbahnen; Sarre, deutsche Regierung; Brisse, französische Ostbahn; Laurent, Orléans-Bahn; F. Baltzer, deutsche Regierung; Fane de Salis, Nord-Staffordshire-Bahn; Asselin, französische Nordbahn; W. Mac Intosh, Central-Bahn von New-Jersey; D. Drummond, London- und Süd Western-Bahn; F. G. Wright, Great Western-Bahn.

Nach wiederholter Erörterung und Abänderung der Sektionsbeschlüsse in der Vollversammlung erfolgen die

Beschlüsse.

Der Kongrefs stellt die bereits vollständig bewerkstelligte Einführung selbsttätiger Kuppelungen in den Vereinigten Staaten von Amerika, in Canada und in Mexiko fest; immerhin waren durch längere Zeit Verbesserungen im Einzelnen an den zuerst in Betrieb gesetzten Kuppelungen nötig. Dagegen ist zu erwähnen, dafs die selbsttätige Kuppelung der Bremsschläuche erst anfängt in Versuch gebracht zu werden.

In den anderen Ländern wurden verschiedene Arten selbsttätiger Kuppelungen, nach amerikanischen oder anderen Mustern versuchsweise erprobt. Die Notwendigkeit die neue Kuppelung mit den bestehenden Einrichtungen zu verbinden, schafft grofse Hindernisse. Zu Gunsten der amerikanischen Gestaltung betonen mehrere Ingenieure deren grofse Widerstandsfähigkeit, welche vorzugsweise für Lastwagen von grofsem Ladegewichte geeignet ist, aber andere Ingenieure würden verschiedene auf die bestehenden Betriebsmittel leichter anwendbare Arten vorziehen, welche geeignet wären den Übergang abzukürzen.

Die englischen Abgeordneten sind der Meinung, dafs die gegenwärtig in Grofsbritannien und Irland benutzte Einrichtung eine befriedigende ist, sowohl bezüglich des raschen Dienstes, als auch bezüglich der Sicherheit der Bediensteten.

VIII. Elektrische Zugförderung.

Fortschritte auf Vollbahnen. Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom. Versuche mit hochgespannten Strömen.

1. P. Dubois**), Ingénieur des ponts et chaussées au service du materiel et de la traction, Orléansbahn, Frankreich.

*) A. W. Gibbs (S.-A. Nr. 31) stellt die Entwickelung der selbsttätigen Kuppelung in Amerika dar, welche jetzt gesetzmäfsig allgemein eingeführt ist; es ist dies das Verdienst der „Master Car Builders Association“, welche die Regelform der Klaue festgesetzt hat. Nur bezüglich der Einzelausbildung für die Verriegelung nnd Auslösung, welche immer von der Seite aus mittels einer Übersetzung bewirkt werden mufs, ohne dafs der Kuppler zwischen die Wagen kommt, herrscht noch Uneinigkeit. Es bestehen unzählige Bauarten und Patente hierfür im Betriebe, was für die Erhaltung eine grofse Last bedeutet. Aber alle diese Kuppelungen müssen den Vorschriften der M. C. B. A. entsprechen, welche dem Berichte angeschlossen sind. Dort werden auch die bezüglichen Festigkeitsproben vorgeschrieben, welchen alle Kuppelungen ausnahmslos entsprechen müssen. Der Berichterstatter bedauert, dafs nicht auch bei der Entriegelungs-Vorrichtung die gleichzeitige Öffnung der Klauen vorgeschrieben wird. Der mit vielen Zeichnungen ausgestattete Bericht ist aufserordentlich lehrreich für europäische Eisenbahn-Ingenieure.

**) P. Dubois (S.-A. Nr. 7) erläutert im Allgemeinen den jetzigen Stand der elektrischen Zugförderung auf Vollbahnen, bespricht die Vor- und Nachteile der Verwendung von Gleichstrom, Drehstrom oder einphasigem Wechselstrome bei längeren Linien, sowie die dafür nötigen Spannungsänderungen und Umformungen, dann folgen Beschlufsanträge.

2. E. Gérard*), Chef du cabinet du Ministre des chemins de fer de Belgique, Grofs-Britannien und Belgien.

3. W. D. Young**), Electrical engineer, Baltimore- und Ohio-Bahn, Amerika.

4. V. Tremontani***), Vorstand der elektrischen Sektion der italienischen Mittelmeer-Bahnen, alle anderen Länder.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

P. Dubois, E. Gérard und W. D. Young berichten über den Inhalt ihrer Arbeiten und verlesen die Beschlufsanträge; einer der Sekretäre vertritt den abwesenden Berichterstatter V. Tremontani. An der Erörterung beteiligen sich aufser den anwesenden drei Berichterstattern: F. Schulz, Präsident des Reichseisenbahn-Amtes, J. A. T, Aspinall, Lancashire und Yorkshire Bahn, Th. Laurent, Orléans-Bahn, Sabouret, französische Westbahn, Auvert, P. L. M.-Bahn, A. Wilson, englische Nord-Ost-Bahn, Moffre, französische Südbahn, Steinbifs, Deutsches Reich, M. v. Leber, österreichische Regierung. Hierbei kommen folgende Versuche zur Erwähnung: Die Schnellfahrten auf der Versuchstrecke Berlin-Zossen mit 12000 Volt und 210 km/St. Geschwindigkeit und deren hohe Kosten, die solche Betriebe als unwirtschaftlich erscheinen lassen, wenn sich auch zwei Werke gefunden haben, welche die Linie Berlin-Hamburg von 286 km Länge auf solche Weise in 90 Minuten durchfahren wollen; der Betrieb Liverpool-Southport in 37 Minuten; der Betrieb der Orléans-Gesellschaft in Paris und Umgebung, Quai d'Orsay-Juvisy; der Betrieb der französischen Westbahn-Gesellschaft Paris-Invalides-Versailles mit Geschwindigkeiten bis 100 km/St.; der Betrieb der P. L. M.-Gesellschaft Fayet Chamonix mit Gleichstrom, sowie der Entwurf für den Betrieb Cannes Ventimiglia mit einphasigem Wechselstrome von 15000 Volt; der Betrieb der englischen Nord-Ost-Bahn, nördlich von Newcastle on Tyne, welcher Gewinn bringt; die Betriebe bei Berlin auf der Wannseebahn mit gewöhnlichen Gleichstrom, und auf der Strecke Niederschöneweide-Spindlersfeld mit einphasigen Wechselstrom Triebwerken der Bauart Winter-Eichberg mit 6000 Volt Spannung in der Arbeitsleitung und 60 km/St. Geschwindigkeiten; die Betriebe der Baltimore- und Ohio-Gesellschaft bei Indianapolis und zwischen Bloomington und Pontiac mit einphasigen Wechselstrom-Triebmaschinen und der Gleichstrom-Betrieb bei Baltimore; die Probebetriebe in Wien mit Gleichstrom-Nebenschlufs-Triebwerken und mit Gleichstrom-Haupt-Triebwerken bei 1500 Volt Spannung in den Arbeitsleitungen; die Betriebskosten in Paris, welche sich auf 60 Cnts/Zugkm ermäfsigt haben.

*) E. Gérard (S.-A. Nr. 28) berichtet in 3 Abschnitten: I. über elektrischen Vollbahnbetrieb in England, II. über Triebwagen in England, III. über Triebwagen in Belgien. Der erste, allein die gestellten Fragen behandelnde Bericht ist sehr ausführlich. Es werden die Linien: Liverpool—Southport der Lancashire- und Yorkshire-Bahn, Mersey-Bahn, Metropolitan-Distrikt-Bahn in London, Metropolitan-Bahn in London, North Eastern-Bahn nördlich des Tyne-Flusses in Betracht gezogen. Überall ist die Zuführung des Stromes mittels dritter Schiene eingeführt; hierzu kommt teilweise eine vierte Schiene als Rückleitung. Überall werden Triebwagen und keine Lokomotiven verwendet. Sogar bezüglich des Oberbaues mit Stuhlschienen ist eine gewisse Gleichförmigkeit eingeführt. Die dritte Schiene ist 3' 11½" = 1207 mm von der Gleiseachse entfernt und überragt die Fahrschiene um 3" = 76 mm. Der Bericht behandelt auch die Stromerzeugung, die Kosten usw. und endet mit Beschlufsanträgen. Viele Listen und Zeichnungen sind angeschlossen.

**) W. D. Young (S.-A. Nr. 42) zieht die 8 Linien: Baltimore- und Ohio-Bahn, Boston- und Maine-Bahn, Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn, Hocking Valley-Bahn, Long Island-Bahn, New-York-, New-Haven- und Hartford-Bahn, North Shore-Bahn, Pennsylvania-Bahn in Betracht, vergleicht auch die Vorteile des Betriebes mit Gleichstrom und mit einphasigem Wechselstrome. Eine grofse Zusammenstellung der aus den Antworten der Bahnverwaltungen auf gestellte 209 Fragen entnommenen Angaben, gibt ein übersichtliches Bild der in Betracht gezogenen 8 Betriebe. Der Bericht schliefst mit Beschlufsanträgen. Viele Bilder und Darstellungen sind beigegeben.

***) V. Tremontani (S.-A. Nr. 38) bezieht sich auf die früheren Arbeiten des Kongresses: London 1895, Paris 1900. Seither sind in Italien die Linien Mailand-Varese-Porto Ceresio und Lecco-Sondrio-Chiavenna mit grofsen Kosten zum elektrischen Betriebe eingerichtet worden. Der Berichterstatter bespricht diese, sowie im Allgemeinen die Vor- und Nachteile der Betriebe mit Gleichstrom, Drehstrom und einphasigem Wechselstrome, er schliefst mit Beschlufsanträgen.



Beschlüsse.

Die elektrische Zugförderung scheint gegenwärtig als ein nützlicher Hülfsbetrieb gegenüber dem Dampfbetriebe betrachtet werden zu müssen und ist geeignet, einen gewissen Teil des Eisenbahnbetriebes vorteilhaft und gewinnbringend zu gestalten.

In einem allgemeinen Aufsatze ist es nicht möglich, diejenigen Betriebe zu bezeichnen, welche für die Anwendung von Elektricität besonders geeignet sind, die Entscheidung mufs fallweise auf Grundlage besonderer Ermittelungen getroffen werden. Man mufs selbstverständlich bei derlei Ermittelungen die Kosten der elektrischen Ausrüstung in Betracht ziehen, deren Hauptgrundlagen in den Betriebsbedingungen: Gewicht und Zahl der Züge, sowie in den Anlage-Verhältnissen: Länge, Neigungen, Krümmungen liegen und sodann die für Verzinsung und Abschreibung entstehenden Lasten den wirtschaftlichen Vorteilen gegenüberstellen, welche der elektrische Betrieb über die Förderung mit Dampf mit sich bringen dürfte.

Man mufs hierbei allenfalls die Erhöhung der Einnahmen in Rechnung bringen, welche der verbesserte Betrieb bewirken kann und die Erleichterungen im Bahnhofsbetriebe zuziehen, welche sich bei der Verwendung elektrischen Betriebes einstellen.

Es ergibt sich aus den beim Kongresse eingelaufenen Auskunftsberichten, dafs mit der gegenwärtig angewendeten dritten Schiene Betriebsicherheit unter guten Bedingungen erzielt werden kann, ohne dafs es im Allgemeinen nötig wäre die Stromschiene auf ihrer ganzen Länge zu decken.

Der Kongrefs hat mit grofser Aufmerksamkeit die auskunftsweise Berichterstattung über die zwischen Marienfelde und Zossen unternommenen Schnellfahr-Versuche, sowie über die mit einphasigen Wechselstrom-Triebwerken unternommenen Versuche und eingeführten ersten Betriebe vernommen.

Endlich erachtet der Kongrefs, dafs es für die Zukunft höchst nützlich wäre, genaue Auskunft über die Kosten des elektrischen Betriebes zu erhalten.

Während der Fassung dieser Beschlüsse in der Vollversammlung des Kongresses langte ein Telegramm des italienischen Ministers Carlo Ferraris an, welches die Verstaatlichung der italienischen Bahnen und die bei der Valtelina-Bahn erzielten günstigen Ergebnisse betrifft.

3. Sektion.

Betrieb.

IX. Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Züge.

C. B. Dudley*), chemist Pennsylvania-Bahn, Amerika:

C. Banovits**), Hofrat, Direktor des Maschinen- und Werkstättendienstes der ungarischen Staatsbahen, alle anderen Länder.

*) C. B. Dudley (S.-A. Nr. 34) berichtet, dafs die alte Kerzen- oder Oellampen-Beleuchtung verschwindet. Die Beleuchtung mit Gasoline und „karburierter" Luft ist seit 20 Jahren in Gebrauch und ist insbesondere da vorteilhaft, wo unerwarteter Wagenandrang oft vorkommt. Die Oelgasbeleuchtung verbreitet sich immer mehr und verdrängt die Kohlengasbeleuchtung. Die elektrische Beleuchtung der Züge macht geringe Forschritte. Die „Transfer"-Beleuchtung mit auswechselbaren Strom-Speichern bewährt sich einigermafsen. Beleuchtungen mittelst durch die Radachsen angetriebener Stromerzeuger, von denen die von Gould, Stone, Bliss erwähnt werden, verbreiten sich kaum. Azetylen-Beleuchtung mit besonderen Vorsichtsmafsregeln hat beachtenswerte Ergebnisse. Die Heizung der Wagen geschieht ausschliefslich mit Dampf. Über Lüftung, oft verbunden mit der Heizung, werden verschiedene Einrichtungen und Zahlenangaben besprochen.

**) C. Banovits (S.-A. Nr. 41) bespricht die von 80 Verwaltungen erhaltenen Antworten, deren Hauptangaben in vier grofsen Listen zusammengestellt sind. Kerzen- und Öllampen-Beleuchtung kommt nicht mehr in Betracht. Gas bietet das einfachste Beleuchtungsmittel und leichte Erhaltung, erfordert aber häufige Reinigung der Bestandteile und ist nicht einwandfrei vom Standpunkte der Feuersicherheit. Elektrisches Licht wird mit auswechselbaren Speichern und mit Stromerzeugern bewirkt, welche durch die Radachsen ihren Antrieb erhalten. Die letzterwähnten Einrichtungen sind nicht sehr verbreitet und befinden sich noch auf der Versuchsstufe. Die Verwendung von Auerbrennern und von Azetylen-Gas ist erfolgreich. Die Heizung mit Wärmflaschen genügt nur in warmen Gegenden. Bei Ofenheizung ist die Verteilung der Wärme schwierig. Der Berichterstatter bespricht noch die Warm-Luft und die Warm-Wasser-Heizung. Am verbreitesten ist jetzt die Dampfheizung. Berichterstatter bespricht sodann die jetzt üblichen Lüftungsvorkehrnngen, endlich folgen Beschlufsanträge.



Auszug aus dem Sektionsberichte.

C. B. Dudley verliest die Ausführungen seines Vorberichtes. Die »Carburateure« lieferten gute Ergebnisse. Die Ölgasbeleuchtung wird bei 26000 Wagen der Vereinigten Staaten angewendet. Elektrische Beleuchtung wird auf 5 fache Art angewendet: bewegliche Strom-Speicher, Speicher mit Schnellladung im Zuge, Speicher, welche von einem durch eine Radachse getriebenen Stromerzeuger gespeist werden, angetriebene selbstständige Stromerzeuger im Packwagen, Dampfturbine und Stromerzeuger auf der Lokomotive. Azetylengas wird auf dreierlei Art angewendet: Gaserzeuger im Wagen, Azetylen unter Hochdruck, »Acétylene-Dissous« Aceton. Redner befürwortet die Verbindung von Heizung und Lüftung.

Der Sekretär verliest hierauf die von dem zweiten, abwesenden Berichterstatter C. Banovits gestellten Beschlussanträge.

An der Erörterung über beide Vorberichte beteiligen sich: Wickersheimer, französische Staatsbahnen, M. Toltz, Manistee und Grand Rapids-Bahn, W. E. Fowler, canadische Pacific-Bahn, R. Fane de Salis, North-Staffordshire-Bahn, Verlant, P. L. M.-Bahn, Brisse, französiche Ostbahn, J. W. van Lönen Martinet, holländische Bahn, R. Sarre, deutsche Regierung, W. Clow, Great Central-Bahn, Hodgson, Midland-Bahn, L. Rouet de Journel, Madrid-Saragossa-Alicante-Bahn, C. Jenny, Österreichische Südbahn, K. Steinbifs, deutsche Regierung, F. P. Dubois, Orléans-Bahn, C. Boell, französische Staatsbahnen, G. A. Anderson, under-secretary of State, Indien, J. J. da Silva Freire, Zentralbahn von Brasilien, D. F. Crawford, Pennsylvania Linien westlich von Pittsburgh, Hodeige, belgische Staatsbahn, A. E. Mitchell, Lehigh-Valley-Bahn, Th. Ronayne, Agent général, Regierung von Neu Seeland, C. P. Clark, Buffalo Susquehanna-Bahn.

In Amerika wird bis zu 10 at. geprefstes Azetylen in Gefäfsen mit abschmelzbaren Stöpseln verwendet. In Frankreich wird Ölgas mit 25 % Azetylen gemischt; in Holland nimmt man nur 15 %. In Deutschland werden für Gaslicht mit Vorteil Auerbrenner benutzt. In England und Indien wird bereits viel elektrisches Licht verwendet. Die übliche Dampfheizung geschieht in Frankreich und Amerika auch unter Verwertung des Auspuff-Dampfes der Luftdruckpumpe.

Beschlüsse.

Hinsichtlich der Beleuchtung stellt der Kongrefs die sich weiter entwickelnde Verwendung von Glühstrümpfen mit Ölgas oder Kohlengas-Heizung, sowie eine weitere Verbreitung der elektrischen Beleuchtung fest. Die zylindrischen Glühstrümpfe scheinen etwas haltbarer zu sein, als die kugelförmigen, welche jedoch eine bessere Lichtverteilung bewirken. Glühstrümpfe verschiedener Art werden in Europa, insbesondere in Frankreich und Deutschland, bei verschiedenen Verwaltungen verwendet und beginnen auch, sich in den Vereinigten Staaten zu verbreiten.

Die angewendeten Arten elektrischer Beleuchtung befriedigen verschiedene Verwaltungen. Man betont die Vorteile, welche in gewissen Fällen für örtliche Beleuchtung beim Durchfahren der Tunnel und für den Antrieb von Fächern damit verbunden sind.

Azetylen wurde insbesondere in Frankreich und Deutschland, in Mischung mit Pintsch-Gas, verwendet, aber man erkennt mit Rücksicht auf die Verwendung von Glühstrümpfen die Neigung, auf diese Mischung zu verzichten. Dagegen macht sich in Amerika die Verwendung von reinem, geprefstem Azetylen unter Anwendung besonderer Vorsichtsmafsregeln bemerkbar.

Die Dampfheizung scheint sich in verschiedenen Gegenden zu verbreiten. Um bei sehr langen Zügen, oder im Falle grofser Kälte genügende Heizung zu erhalten, ist man gezwungen, entweder eine Rohrleitung von gröfserem Durchmesser, oder eine Mischung von Luft und Dampf zu verwenden.

Die Feststellung einer einheitlichen Rohrkuppelung für alle Wagen einer Gegend bildet eine wichtige zu lösende Frage.

Der Kongrefs nimmt die verschiedenen, insbesondere bei der »Pennsylvania«-Bahn verwendeten Lüftungsarten zur Kenntnis.

X. Selbsttätige Blockung.

Neueste Verbesserungen in den Vorrichtungen und in deren Anwendung.

C. H. Platt,*) General superintendent, Western District, New-York, New-Haven und Hartford-Bahn, Amerika;

M. Margot,**) Ingénieur adjoint à la direction, P. L. M.-Bahn, alle anderen Länder.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

C. H. Platt schildert die Ausführungen seiner Arbeit, welche er lediglich auf die seit der letzten Versammlung im J. 1900 erzielten Fortschritte in der selbsttätigen Blockung beziehen will. Er glaubt, der Kongrefs solle sich zu Gunsten dieser Einrichtungen aussprechen, da insbesondere seine statistischen Ausweise deren Brauchbarkeit dartun. 1904 wurden hierin noch beachtenswerte Fortschritte erkannt.

Hierauf erläutert M. Margot die Ausführungen seines Vorberichtes und spricht sich viel weniger befriedigt über das vollkommen selbsttätige Blocken aus. Die von ihm nachgewiesenen 119 km Bahn, welche in Europa damit ausgerüstet sind, stellen nur 3 ‰ der Länge aller europäischen Blockstrecken dar. Die selbsttätigen Blockwerke wären theoretisch das denkbar vollkommenste, insbesondere wenn die Stromschaltung auch die Fahrschienen benutzt. Aber man mufs mit der Unzuverlässigkeit der Vorrichtungen, mit fast unvermeidlichen Zwischenfällen und so weiter rechnen, so dafs ein selbsttätiger Block eigentlich nur in den strenge und beständig überwachten Stationen volle Sicherheit bietet. Daher sind die beantragten Beschlüsse begründet.

An der Erörterung haben sich aufser den Berichterstattern beteiligt: Riché, französische Ostbahn, Theod. Voorhees, Philadelphia Reading-Bahn, Sir Ch. Owens, London und North-Western-Bahn, G. Bleynie, französische Südbahn, H. A. Yorke, Britische Regierung.

Mehrfach wird erörtert, dafs die gestellte Frage nach der Auffassung des Berichterstatters C. H. Platt zu beantworten ist, wonach es sich ausschliefslich um die zuletzt erzielten Verbesserungen in den selbsttätigen Blockwerken, nicht aber um Vergleiche der verschiedenen Bauarten untereinander oder mit dem in Europa üblichen verriegelten Blocke handelt.

Nach langer Besprechung einigt man sich zu folgenden

Beschlüssen.

Die entsprechend durchdachte und eingerichtete selbsttätige Signalgebung bildet ein wirksames Mittel zur Sicherung der Zugsbewegungen und des Dienstes auf den Verschiebgleisen.

Der Kongrefs stellt fest, dafs die Anwendung selbsttätiger Blocke seit der letzten Versammlung sehr zugenommen hat, und dafs die daran beteiligten Bahngesellschaften diese Blocke als zweckentsprechend gefunden haben.

*) C. H. Platt (S.-A. Nr. 13) führt vorerst die bei den Versammlungen in St. Petersburg 1892, London 1895, Paris 1900 gefafsten Beschlüsse vor, welche auf zunehmendes Vertrauen auf derlei Einrichtungen schliefsen lassen. Er bespricht A: die seit 1899 in der vollständig selbsttätigen Blockung erzielten Verbesserungen: Angewendete Grundsätze, Mechanismen u. Teile, elektrische Schaltanordnungen, Form und Bauart der Signale, Art der Signal-Abgabe, besondere Vorrichtungen zur Sicherung guter Wirkung, Verminderung der Anlage und Betriebskosten, Sparsamkeit im Betriebe; B: Statistik über Anzahl der angewendeten Signale und über Abgabe von richtigen und falschen Signalen. Unter A findet man Beschreibungen der Einrichtungen mehrere Werke in Wort und Bild: „Hall signal company“, „Union switch and Signal Co.“, „Pneumatic Signal Co.“, „Miller Signal Co.“ Unter B sind in Listen Ausweise gegeben. Der Berichterstatter schätzt, dafs zur Zeit der Versammlung etwa 16000 selbsttätige Signale auf 16100 km Bahn im Betriebe seien.

**) M. Margot (S. A. Nr. 13) bespricht in 5 Abschnitten: I. die auf den Linien der P. L. M.-Bahn mit selsttätiger Blockung angestellten Versuche; II. andere Versuche und Einrichtungen bei Paris, in England in Österreich-Ungarn, auf der Pariser Untergrundbahn, sowie endlich eine drahtlose; III. die angestellten Vergleiche zwischen dem bewachten Blocke, bloc garde, dem bewachten und verriegelten Blocke, bloc enclenche, wobei Menschenhand wohl nötig ist, aber nicht fehlen kann, und dem vollständig selbsttätigen Blocke, bloc automatique; IV. die Antworten der Verwaltungen; V. die Beschlufsanträge.

Der Berichterstatter beginnt seine Arbeit mit einem Rückblicke auf die Arbeiten der früheren Versammlungen. Die bisherigen europäischen Versuche bei der französischen Südbahn, der P. L. M.-Bahn, der Gürtelbahn von Paris, der London u. South Western-Bahn, der North-Eastern-Bahn, der österreichischen Südbahn mit einer Länge von zusammen nur 119 km kommen gegenüber dem sonst angewendeten verriegelten Blocke kaum in Betracht.



Der Kongreſs ist jedoch nicht in der Lage, die allgemeine Anwendung der selbsttätigen Blockung an Stelle der vorhandenen Einrichtungen zu befürworten; er beschränkt sich darauf festzustellen, daſs eine selbsttätige Anlage in gewissen Fällen besondere Vorteile bieten kann.

XI. Reisegepäck und Stückgüter.

A. Behandlung und Schutz des Gepäckes. Mittel zur Vermeidung von Verspätungen, von Verlusten und von Veruntreuungen während der Beförderung.

B. Behandlungen und Schutz der Stückgüter im Eil- und Fracht-Verkehre. Mittel zur Vermeidung von Verspätungen, von Verlusten und von Veruntreuungen während der Beförderung.

A. G. H. Daniels,*) General passenger agent, New-York Zentral und Hudson Fluſs-Bahn.

B. J. H. Bradley,**) General traffic manager, American Express Company.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Wegen der vielseitigen Beziehungrn zwischen Gepäck- und Stückgüter-Verkehr wird beschlossen, beide Teile A und B der Frage XI. gemeinschaftlich zu behandeln. Der Referent J. H. Bradley resumirt die Ausführungen seines Vorberichtes.

Der Sekretär W. M. Skinner berichtet über die Arbeit des abwesenden Berichterstatters G. H. Daniels.

An der Erörterung beteiligen sich: Sir C. W. Owens, London und Süd-West-Bahn, Brisse, französische Ostbahn, W. M. Skinner, Sekretär, Evelin Cecil, London und Süd-West-Bahn, E. L. Davis englische Nord-Ost-Bahn, C. Jenny, osterreichische Südbahn, Y. Kinoshita, japanische Staatsbahnen, E. Stiffson, ungarische Staatsbahnen, A. W. Sullivan, Missouri-Pacific-Bahn, W. W. Hoy, Regierung von Zentral Süd-Afrika, A. Wilson, englische Nord-Ost-Bahn.

Es wird betont, daſs die in Amerika so vorzüglich eingerichteten »Expreſs« oder »Transfer« Unternehmungen, besonders wegen der Höhe der dortigen Löhne und Fuhrwerkspreise so vorteilhaft benutzt werden, was in Europa und in anderen Ländern nicht zutreffen würde. Vergleiche zwischen den amerikanischen und anderen Einrichtungen zeigen, daſs die Ansichten sehr geteilt sind. In England will man sein Gepäck tunlichst mit sich bringen; dasselbe gilt in Frankreich und Österreich-Ungarn, wo die groſsen Stücke aber immer eingeschrieben und übernommen werden. In Japan findet man an den Bahnhöfen eine groſse Zahl von Fuhrwerken »jinrickishas«, deren Besitzer mit der Bahnverwaltung in vertragsmäſsigem Verhältnisse stehen und die Reisenden mit ihrem Gepäcke bedienen. In Süd-Afrika ist die Einschreibung unerläſslich zur Verhütung von Veruntreuungen.

Beschlüsse.

Nach Anhörung zahlreicher Vorträge über die in Amerika, in Europa und in anderen Ländern bestehenden Verfahren zur Beförderung und zur Behandlung des Reisegepäckes und der Stückgüter im Eilgutverkehre schätzt der Kongreſs, daſs die in den verschiedenen Ländern gegenwärtig getroffenen

*) A. G. H. Daniels (S.-A. Nr. 22) berichtet über die aus 28 Ländern erhaltenen Antworten auf 42 Fragen. Er behandelt jede Frage gesondert unter Zuziehung der Antworten aller Verwaltungen. Eine Liste gibt für alle Länder das Höchstgewicht des Freigepäckes und die Gebührensätze für Mehrgewicht.

Die in den verschiedenen Ländern befolgten Vorschriften über die Behandlung des Gepäckes unterscheiden sich nicht wesentlich; überall hat die Bahnverwaltung die Verantwortung für das übernommene Gepäck zu tragen. Das Höchstgewicht von Freigepäck wird in Amerika und England mit 68 kg für den Reisenden gewährt. In einigen Ländern, so in Belgien, Italien gibt es kein Freigepäck. In Amerika und England ist auch die mit 1 Centime/100 kgkm bestimmte Gebühr am niedrigsten. Der Berichterstatter findet die Ersatzpflicht in Amerika und Ruſsland sehr gut geregelt.

**) B. J. H. Bradley (S.-A. Nr. 33) berichtet über die aus: Buenos Ayres, Afrika, Australien, Serbien, Bulgarien, Ungarn, Österreich, Frankreich, Holland, Norwegen, Deutschland, Schweden, Egypten, Italien, England, Irland, Schottland, Belgien, Dänemark und Ruſsland erhaltenen Antworten auf seinen Fragebogen; dieser umfaſst 36 allgemeine und 8 und 9 Sonder-Fragen für Geld und Wertsachen und für Stückgüter als Frachtgut.

Der in Amerika und Canada eingerichtete Abfertigungsdienst, express, transfer, findet sich in gleicher Vollkommenheit nirgends. Der Berichterstatter gibt gewisse allgemeine Regeln hierfür, welche sich überall empfehlen; er schildert den Geschäftsgang unter Beigabe von Karten, Listen und Drucksachen und beispielsweiser Darstellung eines langen Zuges. Dieser Vorbericht nimmt fast ausschlieſslich Bezug auf amerikanische Verhältnisse.



Verfügungen den verschiedenen Bedürfnissen entsprechen und dafs kein bestimmtes Verfahren besonders zu empfehlen ist.

XII. Betrieb in der Umgebung der Städte.

Gestaltung des Betriebes für die Personenzüge.

A. W. Sullivan,*) Assistant second vice-president, Illinois-Zentral-Bahn, Amerika;

H. G. Drury,**) Superintendent of the line, englische Great Eastern-Bahn, alle anderen Länder.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

H. G. Drury berichtet aus den Ausführungen seiner Arbeit. Die in Betracht zu ziehenden Umstände betreffen hauptsächlich, 1. die Anzahl der zu befördernden Reisenden, 2. die Art der Zugkraft, 3. den Zugverkehr und die Geschwindigkeit, 4. die Signale, 5. die Einrichtung der Bahnhöfe. Zur Berücksichtigung der Verkehrsabschnitte wurden bereits Stundenzonen mit verschiedenen Preisen eingeführt.

A. W. Sullivan gibt einen Auszug seines Vorberichtes, der demselben Plane folgt, wie der von Drury.

An der Erörterung beteiligen sich: A. Wilson englische Nord-Ost-Bahn, A. Mange, Orléans-Bahn, Brisse, französische Ostbahn, C. Jenny, österreichische Südbahn.

In England wurde nördlich von Newcastle on Tyne der elektrische Betrieb eingeführt; hierdurch hat man im Wettbewerbe mit den Strafsenbahnen einen bedeutenden Personenverkehr zurückgewonnen.

Bei Paris wurde bis Juvisy der elektrische Betrieb seitens der Orléans-Bahn eingeführt; jetzt verkehren 100 Züge statt früher 75 mit Dampfbetrieb, und zwar zu 286 t mit 1000 Plätzen und zu 73 t mit 650 Plätzen.

In Boston wurde mit Erfolg ein ununterbrochener Untergrund-Verkehr eingeführt. Auf der österreichischen Südbahn wurden für den Ortsverkehr allerlei Wagen versuchsweise in Betrieb gebracht; man ist bei den Einsteigtüren an den Enden der Wagen geblieben. Auf der Illinois-Zentral-Bahn bevorzugt man dagegen die Seitentüren und hat dabei ein Aus- und Einsteigen von 1000 Fahrgästen in 10 Sekunden bewirkt. Im Winter kann man mittels besonderer Vorrichtung 12 Türen auf einmal öffnen.

Beschlüsse.

Zur Erzielung des gröfstmöglichen Nutzens mufs man durch Vereinfachung des Dienstes, soweit es die Bedürfnisse des Betriebes gestatten, die Raschheit des Verkehres durch einfache und sparsame Verfahren sichern. Die Wagengestalt ist besonders wichtig; die Wagen neuer Linien müssen den besten Wagenformen der alten Linien angepafst werden, damit der Raum zwischen den Gleisen

---

*) A. W. Sullivan (S.-A. Nr. 18) hat einen Fragebogen in 10 Abschnitten mit 100 Fragen versendet. Er berichtet über 32 in der Umgebung von Städten betriebene Bahnen, darunter New-York, Chicago, Boston, Philadelphia, Baltimore, Pittsburgh, St. Louis, St. Francisco, Cincinnati. Jeder Abschnitt wird gesondert für alle diese Betriebe behandelt und zwar: I. Bevölkerung im Stadtkreise, II. Preise, Tarife und Fahrkarten, III. Besondere Eigenheiten der Bahn, IV. Signale, V. Angestellte, VI. Zugkraft, VII. Betriebsmittel und Züge, VIII. Zugverkehr und Geschwindigkeit, IX. Arbeiter-Verkehr, X. Statistik. Als Beschlufsanträge folgen gewisse empfohlene Regeln. Die Fahrpreise betragen im Mittel 58% der Preise auf grofsen Bahnen. Die Bahnsteige sollen in der Höhe des Wagen-Fufsbodens liegen. Seitliche Türen sind zu empfehlen. Der Fahrplan soll alle Züge gleichartig verkehren lassen, für Fernzüge sind zwei besondere Gleise erforderlich. 38 Lichtbilder von Fahrbetriebsmitteln und Bahnhöfen sind beigegeben.

**) H. G. Drury (S.-A. Nr. 30) erörtert, dafs es sich hier darum handelt, in kurzer Zeit ungeheuere Menschenmengen auf kurze Entfernung meist weniger als 40 km hauptsächlich morgens und abends billig zu befördern. Der Londoner Bahnkreis enthält 65 Millionen Einwohner. Der Berichterstatter erörtert in 20 Punkten die Eigenart eines solchen Betriebes, wie sie aus den Antworten von 17 Verwaltungen auf die gestellten Fragen folgt. Die Gruppen der Fragen sind: A. London, B. Eigenheiten des Oberbaues, C. Eigenheiten der Stationen, D. Signale, E. Angestellte, F. Zugkraft, G. Zugverkehr und Geschwindigkeit, H. Arbeiterverkehr. Die Antworten sind in Beilagen A bis H angeschlossen und unter I mit einer Stundenstatistik ergänzt. Darauf folgt eine Anzahl Zeichnungen von Eisenbahnwagen.

möglichst gut verwertet wird. Die Lokomotiven müssen kräftig genug sein, um die längsten Züge mit der vorgesehenen Geschwindigkeit zu fahren. Die Fahrpläne müssen derart aufgestellt sein, dafs alle Züge mit derselben Geschwindigkeit verkehren und auf demselben Gleise an jeder Station halten. Es empfiehlt sich, auf den sehr stark befahrenen Linien besondere Gleise für schnell fahrende Züge zu bauen, welche nicht in allen Bahnhöfen halten.

Es ist wichtig, für das rascheste Aus- und Einsteigen der Reisenden und das sofortige Abfahren der Züge zu sorgen.

Man vermindert so die zum Einholen des Zeitverlustes erforderliche Triebkraft und die Behendigkeit des Dienstes überträgt sich auf die Reisenden, die so zu rascher Bewegung mitgerissen werden. Die Zugfolge mufs im Verhältnisse zur Verkehrsdichte stehen, damit der verlängerte Aufenthalt in den Bahnhöfen und die Überfüllung der Bahsteige vermieden werden.

Der Kongrefs hat die Mitteilungen über die in England und Frankreich erfolgte Einführung von elektrischer Zugförderung aufmerksam zur Kenntnis genommen, ist aber nicht in der Lage, für die eine oder andere Art des Betriebes, Dampf oder Elektrizität, eine Bevorzugung auszusprechen.

4. Sektion.

Allgemeines.

XIII. Güter-Frachtsätze.

Allgemeine Grundsätze und Beschreibung der verschiedenen Arten der Frachtgut-Tarife.

1. H. Smart*), secretary Railway Clearing House, England;

2. A. Mange**), Chef adjoint de l'exploitation der Orléans-Bahn, Italien, Spanien, Portugal, Belgien;

3. W. J. van Overbeck de Meyer***), Vorstand der Tarifabteilung bei der Betriebsgesellschaft der holländischen Staatsbahnen, alle anderen Länder mit Ausnahme von Amerika †).

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Der Sektionspräsident bemerkt, dafs die gestellte Frage lediglich die bei der Tarifierung mafsgebenden Grundsätze betrifft. Die sonst recht beachtenswerten Angaben der Vorberichte, welche die Tarife selbst betreffen, können nicht in die Erörterung einbezogen werden.

In Abwesenheit des Berichterstatters H. Smart übernimmt Lewis Wood, Railway Clearing House, die Ausführung des bezüglichen Vorberichtes. Innerhalb der amtlichen 8 Klassen

*) H. Smart (S.-A. Nr. 3) berichtet vorerst über die Entstehung der Frachtguttarife in England, für welche zuletzt die „Railway Rates and Charges Orders Confirmation Acts" von 1891/92 vom 1. Januar 1893 ab mafsgebend sind. Hiernach wurden in aufsteigender Linie 8 Klassen A, B, C, 1, 2, 3, 4, 5 mit Zonen-Kilometer-Tarifen vorgeschrieben und zwar für 20, 30, 50 und mehr Meilen sowie entsprechende allgemeine und Abfertigungsgebühren vorgeschrieben. Aufserdem bestehen Sondertarife. Die Verwaltungen haben innerhalb der gedachten Grenzen eigene Tarife und Regeln, worüber noch berichtet wird.

**) A. Mange (S.-A. Nr. 9) gibt vorerst eine tariftechnische Anleitung über Tarifgrundsätze von wirtschaftlichen und Verwaltungs-Gesichtspunkten, schildert die Nachteile der Stationstarife, welche immer mehr durch Kilometertarife und Kilometerzonentarife ersetzt werden. In einem zweiten Teile werden nacheinander die Tarife von: Frankreich mit 4 Listen, Belgien mit Tarifreihen und einer langen Liste von Sonder- und Stations-Tarifen, Italien, Spanien und Portugal mit Listen beschrieben, dann folgt der versendete Fragebogen mit 26 Fragen. Der Verfasser hat den belgischen Einrichtungen grofse Aufmerksamkeit gewidmet.

***) J. van Overbeck de Meyer (S.-A. Nr. 23) erörtert kurz, dafs seine Arbeit sich nicht auf gewisse, im Eisenbahnfache minder entwickelte Länder, ebenso nicht auf Lokal- und Kleinbahnen bezieht. Hierauf folgen ausführliche Auszüge aus den Tarifen von: Deutschland und Österreich-Ungarn mit Tarifreihen und Listen, Serbien, Bulgarien und Rumänien mit Tarifreihen, von der Schweiz, Dänemark und Norwegen mit Tarifreihen und Listen. Der Verfasser wiederholt das Ergebnis seiner Erhebungen in gewissen Beschlufsanträgen; er erblickt für die Zukunft die Möglichkeit der Aufstellung einheitlicher internationaler Tarife, anschliefsend an die Berner Vereinbarungen für das Frachtwesen.

†) In Amerika werden die Tarife durch die Bahnverwaltungen aufgestellt. Gegen die jetzt in Regierungskreisen vorherrschende Neigung zur Festsetzung von Höchstsätzen wurde während des Kongresses selbst in den Tischreden Stimmung gemacht.



der Tarife fanden es die Bahnverwaltungen zweckmäſsig, andere Einteilungen und Tarife herauszugeben, welche die zu erhebenden Beträge angeben. Diese sind im Allgemeinen Zonenkilometer-Tarife. Es erfolgen aber auch noch gewisse Tarifermäſsigungen für gewisse Frachten, insbesondere solche, für die die Bahn keinerlei Verantwortung übernimmt. A. Mange erläutert sodann die Ausführungen seiner Arbeit und der des dritten Berichterstatters van Overbeck de Meyer. Fast in allen dort behandelten Ländern hat sich eine gemischte Tarifbildung entwickelt, die einerseits den Wert, anderseits das Gewicht und den Rauminhalt der verfrachteten Güter in Betracht zieht. Bei der Festsetzung gewisser Sondertarife dürfen nie bestimmte Personen oder Firmen, sondern nur besondere Frachten für jedermann in gleicher Weise begünstigt werden.

An der Erörterung beteiligen sich: T. J. Hudson, Illinois-Zentral-Bahn, Stuyvesant Fish, Illinois-Zentral-Bahn, T. H. Rendell, englische Great Western-Bahn, G. Legrain, französische Staatsbahnen. William A. Dring, ostindische Bahnen, J. Pickering, Regierung von Süd-Australien, H. Mac Lachlan, Regierung von Neu-Südwales, Piéron, französische Nordbahn.

Beschlüsse.

Es ist wünschenswert, daſs die Tarife auf handelswirtschaftlicher Grundlage beruhen, dabei ist auf die besonderen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen, welche auf den geleisteten Dienst Einfluſs haben. Unter der Voraussetzung, daſs die Tarife ohne willkürliche Bevorzugung auf alle unter gleichen Verhältnissen stehenden Verfrachter angewendet werden, soll die Tarifierung so viel als möglich die nötige Geschmeidigkeit besitzen, um die Entwickelung des Verkehres zu gestatten und um die Nutzarbeit der Eisenbahnen zu Gunsten der Öffentlichkeit sowohl, als auch zu Gunsten der den Betrieb führenden Verwaltung auf ihren Höchstwert zu bringen.

XIV. Rechnungsführung.

Allgemeine Rechnungsführung, Beschreibung der verschiedenen bestehenden Arten. Vergleich nach dem doppelten Standpunkte der Wirksamkeit und der Sparsamkeit, Frage der Einheitlichkeit auf verschiedenen Bahnnetzen.

1. R. v. Loehr*), Reg.-Rat, Vorstand der Rechnungs-Abteilung bei der österreichischen Kaiser Ferdinands-Nordbahn, alle Länder mit Ausnahme von Amerika und Ruſsland;
2. J. v. Richter**), Direktor-Stellvertreter der Linie St. Petersburg-Warschau, Ruſsland;
3. A. H. Plant***), Comptroller, Southern-Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

A. H. Plant berichtet über seine Arbeit und glaubt, es sei vorteilhaft, den Dienst für Rechnungsführung und Statistik an wenigen Stellen zu vereinigen, und auf den verschiedenen Bahn-

*) R. v. Loehr (S.-A. Nr. 19) erinnert vorerst daran, daſs diese Frage bereits bei der 6. Versammlung erörtert wurde, daſs er diesmal um sicherere und einheitlichere Auskünfte zu erhalten, an die Verwaltungen einen Vorbericht gesendet hat, aber doch nur wenige Antworten erzielte. Er behandelt die gestellten Fragen in Abschnitten: A. Zusammenlegung oder Verteilung des Dienstes, B. Voranschlag oder Haushaltsgesetz, C. Buchung mit Statistik, D. Ausgabenbewilligungsrecht und Zahlungen, E. Überwachung, F. Ausgaben. Rechnungslegung, G. Verrechnung der Einnahmen durch die Stationen, H. Überwachung der Einnahmen an der Dienst-Hauptstelle, J. Einnahmen-Verteilung. Dann folgen Beschluſsanträge und zahlreiche Beilagen aus den eingegangenen Antworten.

**) J. v. Richter (S.-A. Nr. 29) berichtet in einem ersten Teile über die verschiedenen Arten der Rechnungsführung und stellt in einem zweiten Teile Vergleiche zwischen den Verfahren hinsichtlich der Wirksamkeit und der Sparsamkeit an. In einem dritten Teile untersucht er die Frage einheitlicher Rechnungsführung und empfiehlt Vereinfachung mit Bezug auf die Einrichtungen in England, Deutschland, Österreich-Ungarn, Frankreich, Belgien und Amerika. Dann folgen Beschluſsanträge.

***) A. H. Plant (S.-A. Nr. 40) hebt hervor, daſs er wegen Mangel an Zeit und Raum nicht beabsichtigt, die amerikanischen Rechnungsführungen im Allgemeinen zu behandeln. Er will jedoch auf einige Eigenheiten der Verfahren aufmerksam machen. Bei der übergroſsen Zahl der Einrichtungen ist in Vielen vorherrschende Einigkeit bemerkenswert. In 6 Abschnitten folgen Ausführungen über I. Eisenbahnverwaltung, II. Betriebseinnahmen, III. Rechnungsdienst, IV. Verfahren der Rechnungsführung, V. Betriebsergebnisse und Statistik, VI. Einnahmen, Ausgaben und Jahresberichte, VII. Beschluſsanträge. Als Beilagen folgen die Normen der „Interstate Commerce Commission“ für 53 Ausgabeposten, dann verschiedene Drucksorten und Listenvordrucke der „Southern-Bahn“ und ein vollständiger Jahresbericht dieser Gesellschaft.



netzen möglichst gleichartige Einrichtungen einzuführen, zwischen denen dann die »Clearing houses« und der »interline way billing« Dienst wirken können.

Die anderen beiden Berichterstatter R. v. Loehr und J. v. Richter gelangen zu ähnlichen Schlüssen, wobei die Benutzung der neuen Hülfsmittel, als Schreib- und Rechenmaschinen, bestens empfohlen wird.

An der Erörterung beteiligen sich: L. Marie, französische Nordbahn, C. P. Mossop, englische Nord-Ost-Bahn, Wedgwood, englische Nord-Ost-Bahn, M. Riebenack, Pennsylvania-Bahn und C. W. Appleyard, Regierung von Zentral-Süd-Afrika. Die Sektion einigt sich zu den nachstehenden, in der Vollversammlung etwas abgeänderten Beschlüssen.

Beschlüsse.

1) Die Einrichtung der Rechnungsführung hängt so sehr von den östlichen und besonderen Verhältnissen jeder Eisenbahn ab, dafs sie nicht festen, überall anwendbaren Regeln unterworfen werden kann.

2) Die Vereinigung der Rechnungsführung einer Eisenbahnverwaltung an einer Stelle scheint bei allen Eisenbahnen, wo sie eingeführt wurde, ein ausgezeichnetes Ergebnis geliefert zu haben.

3) Der Haushalt der Eisenbahnen sollte nicht für alle Posten feste Werte, sondern bezüglich der meisten nur eine Begrenzung bilden, da sich die Voranschläge im Eisenbahndienste innerhalb weiter Grenzen den augenblicklichen Verhältnissen anpassen lassen müssen.

4) Die Einteilung der Posten für Einnahmen und Ausgaben, in der Aufstellung und im Voranschlage sollte möglichst einfach und in verschiedenen Ländern möglichst gleich sein. Es ist demnach wichtig, dafs auf der Tagesordnung der nächsten Versammlung der Vergleich der auf verschiedenen Netzen angenommenen Einteilung belassen wird.

5) Die Befugnis, die Ausgaben zu bewilligen und ordnungsmäfsig einzuteilen, soll klar bestimmt und möglichst zusammengefafst werden; der Auszahlungsdienst soll möglichst einfach unter tunlichster Ausschaltung wirklicher Geldbewegungen eingerichtet werden, ohne dafs vernünftigen Ausnahmefällen vorgegriffen würde.

6) Der Hauptzweck der Rechnungsführung bei Eisenbahnen mufs in der Herstellung einer genauen, vollständigen Schlufsrechnung der Unternehmung erblickt werden, welche auch die Durchführung des Haushaltes in sich schliefst. Die Eintragungen in die Bücher müssen durch sie rechtfertigende Belege begründet sein, welche auf eine nach ihrer Art und wirtschaftlichen Wichtigkeit entsprechender Weise geprüft wurden. Zur Erzielung dieses Zweckes sollte die Buchführung sowohl die wirtschaftlichen Mafsnahmen, als auch deren spätere Austragung umfassen.

7) Die Gestaltung der Bahnhof-Rechnungsführung, der Überwachung der Einnahmenverteilung soll möglichst einfach und klar gehalten werden. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, aus den Rechnungen und der Rechnungsprüfung die kleinen Beträge durch vernünftige Einrichtungen auszuschalten (Exprefs-Gesellschaften, Frachtmarken, Aufschreibungen aufgerechneter Einzelbeträge, selbsttätige Verteiler, Vorauszahlungen und Gutscheine, selbstaufschreibende Kassen und so weiter).

8) Es empfiehlt sich demnach, die weiteren Erhebungen sowie die Erprobung von Vereinfachungen fleifsig zu verfolgen.

9) Man sollte von allen neueren Einrichtungen für die Erleichterung der Rechnungsführung, der Schreibarbeiten, der Gegenrechnung, wie Schreibmaschinen, Rechenmaschinen und dergleichen den ausgiebigsten Gebrauch machen.



XV. Dauer der Arbeit und Vorschriften darüber.

Bestimmungen für Beamte und Arbeiter im Eisenbahndienste.

1. P. Weifsenbach*), Direktions-Präsident der schweizerischen Bundesbahnen, Schweiz.
2. G. Philippe**), Inspecteur général des lignes Nord belges, alle Länder aufser der Schweiz und Amerika.
3. G. L. Potter***), Third vice president, Baltimore- und Ohio-Bahn, Amerika.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

P. Weifsenbach erläutert die Ausführungen seiner Arbeit. Das durch Verordnungen ergänzte Gesetz vom 19. Dez. 1902 bestimmt: 1. die Dauer der Arbeit und Anwesenheit, 2. die für Nachtarbeit anzuwendenden Bestimmungen, 3. die zuzulassenden Ruhetage und Ferien, deren Dauer mit dem Alter und der Zahl der Dienstjahre zunehmen, 4. die Unterbrechung des Frachtgutdienstes an Sonn- und Feier-Tagen.

In Abwesenheit des Berichterstatters G. Philippe berichtet hierauf L. Piéron, französische Nordbahn, über dessen Vorbericht. Fast alle behördlichen oder privaten Vorschriften unterscheiden die in den Bahnhöfen und auf der Strecke Bediensteten von den Zugbegleitungs-Mannschaften und von den Arbeitern. Die Verwendung der beiden ersten Arten von Bediensteten unterliegt keiner gesetzlichen Einschränkung, sondern lediglich den von den Bahnverwaltungen festgesetzten Bestimmungen.

Aus dem Vorberichte des Berichterstatters G. L. Potter für Amerika, ergibt sich, dafs dort für die Eisenbahnverwaltungen nur gewisse allgemeine Gesetze in Kraft stehen, welche die Arbeit in allen Zweigen des Gewerbes von ganz allgemeinem Standpunkte regeln, mit Rücksicht auf die Zahl Arbeitsstunden an einem Tage, auf die Beschäftigung von Kindern und Frauen, auf die gesetzlich gültigen Feiertage und die Begrenzung der Arbeit an Sonntagen. Es gibt nur wenig Staaten, welche bezüglich der Arbeit und Ruhe für den Eisenbahndienst besondere Gesetze erlassen haben.

An der Erörterung beteiligen sich: H. Mac Lachlan, Regierung von Neu-Süd-Wales; C. W. Appleyard, Regierung von Zentral-Süd-Afrika; L. Piéron, französische Nordbahn; C. A. Lambert, englische Nordost-Bahn. Nach längerer Besprechung einigt man sich auf folgende von L. Piéron beantragte

*) P. Weifsenbach (S.-A. Nr. 4) gibt die Geschichte der in der Schweiz erlassenen Vorschriften bis zum Gesetze vom 19. Dez. 1902, welches am 1. Okt. 1903 in Kraft kam. Diesem in 8 Punkte gefafsten, ausführlich erörterten Gesetze folgt eine in 10 Punkte gefafste Erläuterung der vom Bundesrate erlassenen Durchführungsverordnung vom 22. Sept. 1903. Der Berichterstatter erörtert ferner noch die zu Gunsten der Lokalbahnen eingeführten Ausnahmebestimmungen und die freiwilligen Zugeständnisse der Bahnverwaltungen. Dann folgen Beschlufsanträge und 5 Tafeln.

**) G. Philippe (S.-A. Nr. 4) berichtet über die von 66 Verwaltungen aus 13 Ländern erhaltenen Antworten, und zwar: Deutschland, Österreich-Ungarn, Belgien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Algerien, Grofsbritannien und Irland, Indien und die Kolonien, Italien, Luxemburg, Holland und die Kolonien, Rumänien und Serbien. Er erörtert für jedes einzelne Land die bestehenden Vorschriften und die eingebürgerten Gepflogenheiten. Ein ordentliches Gesetz über den Gegenstand, wie in der Schweiz, welches die Arbeitsverhältnisse für alle bei den Eisenbahnen beschäftigten Beamten und Arbeiter regelt, gibt es in allen diesen Ländern nicht, es sind nur einzelne Verordnungen erschienen. In Deutschland einigen sich die Verwaltungen über gewisse Bestimmungen, welche dann auch von den Staatsbahnverwaltungen angenommen werden. In Österreich besteht nur für Arbeiter das Gesetz vom 22. Juli 1902. Die in Ungarn, Belgien, Dänemark, Spanien; Luxemburg, Rumänien, Serbien, wie auch in England seitens der Privatbahngesellschaften angenommenen Bestimmungen, weichen wenig von denjenigen ab, welche auf den Staatsbahnnetzen in Deutschland, Österreich und Rufsland gelten. Der Bericht spricht sich schliefslich gegen den Erlafs bestimmter Gesetze aus.

***) G. L. Potter (S.-A. Nr. 21) berichtet über die von 145 Verwaltungen erhaltenen Antworten auf 13 Fragen, welche der Berichterstatter dann einzeln behandelt. In Nordamerika bestehen Gesetze der einzelnen Staaten, deren Weitläufigkeit aber den Bahnverwaltungen den weitesten Spielraum gewährt. Der Bericht enthält: I. die Erörterung der Antworten, II. eine Liste der in den Vereinigten Staaten von Amerika gesetzlich geltenden Feiertage, III. die in den einzelnen Staaten geltenden wichtigsten Bestimmungen für Arbeit und Ruhe, IV. die gefolgerten Schlüsse, wonach die Bahnverwaltungen eigentlich die einschlägigen Bestimmungen über Arbeit und Ruhe selbst geben.



Beschlüsse.

Da es bei den vielen Besonderheiten im Eisenbahndienste unmöglich ist, einheitliche, auf alle Fälle passende Regeln festzustellen, da sich die anzuwendenden Regeln ferner nach verschiedenen Gruppen von den Bediensteten und nach der mehr oder weniger starken Arbeit ändern müssen, was eine alle möglichen Fälle deckende Vielseitigkeit bedingen würde, da schliesslich unter solchen Umständen die einem Gesetze anhaftende Steifheit die Unmöglichkeit schafft, mit gehöriger Geschmeidigkeit alle auf die Bedürfnisse der Bevölkerung, der Bediensteten und der betriebführenden Verwaltungen Rücksicht nehmende Bestimmungen zu umfassen, so gibt der Kongreſs dem Wunsche Ausdruck, daſs den Bahnverwaltungen unter der Überwachung der zuständigen Behörden der gröſstmögliche Spielraum zur Feststellung der Arbeitszeiten belassen werde, und zwar:

1. unter weitestgehender Berücksichtigung der Wichtigkeit der begehrten Arbeit sowie der Ständigkeit und Stärke der einer Gruppe von Bediensteten aufzuerlegenden Leistungen;
2. unter Berechnung der Stundenzahl auf Grundlage eines Mittelwertes, welcher mittels einer hinlänglich langen Reihe von Arbeitszeiten und davon abgetrennten Ruhepausen ermittelt wurde;
3. unter Bestimmung der mittlern Dauer des Dienstes nach der Gattung der Arbeit und des, den Bediensteten auferlegten Grades von Verantwortlichkeit.

XVI. Wohlfahrts-Anstalten.

Allgemeine Grundsätze der Anstalten für Altersversorgung zu Gunsten der Eisenbahnbediensteten

1. M. Riebenack*), Comptroller der Pennsylvania-Bahn, Länder englischer Zunge.
2. M. Lemercier**), Secrétaire général der französischen Ostbahn, alle anderen Länder.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

Die beiden Berichterstatter haben höchst beachtenswerte weit über den Rahmen der gestellten Frage greifende Arbeiten geliefert. M. Riebenack entwickelt seinen Vorbericht und erläutert alle in Amerika bestehenden Gestaltungen des Versicherungswesens. Die Wohlfahrtskassen werden durch die Verwaltungen unter Mithülfe der Bediensteten verwaltet. Der Berichterstatter führt insbesondere einige Einrichtungen der Pennsylvania-Bahn a.o.

Hierauf entwickelt M. Lemercier seine Ausführungen insbesondere bezüglich der Kassen für Altersversorgung, welche in den von ihm behandelten Ländern zu groſser Vollkommenheit gelangt sind. Es ergibt sich aus den beiden Vorberichten, daſs diese Kassen in Europa durch die Bahnverwaltungen eingerichtet werden, wogegen in Amerika und England die Selbstversicherung der Bediensteten in verschiedenen Formen eingeführt wird.

*) M. Riebenack (S.-A. Nr. 36) bespricht die aus Amerika, Europa, Asien, Afrika und Australien erhaltenen 189 Antworten über: A. Hülfs- und Versicherungskassen, B. Kassen für Ruhegehälter, C. Altersversorgung, D. Gesundheitspflege, E. Sparkassen, F. Aktien-Ankaufvereine, G. Vereine christlicher Jugend, H. Bibliotheken, I. Lese-Vereine, J. Darlehenskassen, K. Öffentliche, von Eisenbahnen unabhängige Anstalten, L. Urlaubsordnungen, M. Verschiedene Anstalten, N. Bruder-Vereine, O. Schlaf- und Luxus-Wagen-Gesellschaften, P. Speditions-Gesellschaften. Der sehr ausführliche Vorbericht erörtert für jede Frage die erhaltenen Antworten unter Wiedergabe vieler ziffermäſsiger Angaben. Dann folgen Beschluſsanträge als eine Art von Auszug aus dem Berichte mit beachtenswerten statistischen Ergebnissen über die ganzen Anlagekosten, den Verkehr an Reisenden und Gütern, die Bahnlänge und so weiter.

**) M. Lemercier hat bei 50 Verwaltungen in Europa, Asien, Afrika und Süd-Amerika Erkundigungen eingeholt, und berichtet in 4 Abschnitten mit Unterteilungen: 1) Über Wohlfahrtseinrichtungen zur Verbesserung der Lebensverhältnisse der Bediensteten, 2) Krankheitsfälle, 3) Unfälle im Dienste, 4) Allgemeine Grundsätze für Altersversorgungs- und Versicherungs-Anstalten. Dann folgen Beschluſsanträge. Dem Berichte sind umfangreiche Beilagen angeschlossen, und zwar: I. Der Fragebogen mit 37 Fragen und zwar 1 bis 8 statistische Ergebnisse, 9 bis 14 wirtschaftliche Angaben, 15 bis 25 Rechte und Pflichten der Beteiligten, 26 bis 37 Statistik der Bediensteten und Einrichtungen dazu, II. Ergänzungsfragebogen mit 17 Fragen und zwar 1 und 2 Maſsregeln zur Lebens-Verbesserung der Bediensteten, 3 bis 17 Krankheitsfälle, III. Liste der befragten Verwaltungen, IV. Regeln für die Versetzung in den Ruhestand bei allen einzelnen Verwaltungen, V. eine umfangreiche Zusammenstellung über die wirtschaftlichen Erfolge der Versetzungen in den Ruhestand für alle einzelnen Verwaltungen.



An der Erörterung beteiligen sich: Riche, französische Ostbahn; J. Pickering, Regierung von Süd-Australien; T. Ronayne, Regierung von Neu-Seeland; L. Wood, englisches Clearing House; R. H. Selbie, Metropolitan-Bahn in London.

Man einigt sich schliefslich auf folgende

Beschlüsse.

Aus den vorgelegten Berichten und den in der Sitzung gemachten Bemerkungen ergibt sich, dafs in Europa und Amerika zu Gunsten der Bediensteten und deren Familie eine grofse Mannigfaltigkeit von Wohlfahrtseinrichtungen bestehen, welche zu schaffen und zu erhalten die Eisenbahnverwaltungen als ihre Pflicht betrachtet haben.

Bezüglich der Versicherungsanstalten und Kassen für Ruhegehälter stellt der Kongrefs fest, dafs im Allgemeinen Vorkehrungen getroffen wurden, um die Versicherung der Angestellten gegen Krankheitsfälle, Unfälle, vorzeitige Unfähigkeit und Tod einzurichten und zu erleichtern.

Die Frage der Krankheitsfälle wurde entweder durch Verbindung mit den in gewissen Ländern gesetzlich vorgeschriebenen Versicherungen, oder mittels durch die Eisenbahnverwaltungen eigens geschaffener, eigener Krankenkassen, oder durch Veranlassung der Bediensteten zur Mitgliedschaft von gegenseitigen Versicherungsgesellschaften, welche mehr oder weniger seitens der Verwaltungen unterstützt werden, oder endlich durch unmittelbare Hülfeleistung der letzteren gelöst.

Für die Deckung der Folgen von Unfällen im Dienste wird entweder durch freiwillige Versicherung, oder durch die in gewissen Ländern gesetzlich bestehende Versicherungspflicht gesorgt.

Aus den vorgelegten Berichten ergibt sich, dafs den Folgen der vorzeitigen Unfähigkeit, des Alters oder Todes entweder durch Anschlufs an von den Eisenbahnen unabhängige Versicherungsgesellschaften oder mittels eigener, durch Beiträge der Bediensteten und der Verwaltungen gebildeter Kassen, welche die Einhaltung der eingegangenen Verpflichtungen verbürgen, oder durch andere Mittel vorgebeugt wird.

Bezüglich dieser Kassen, sowie jeder Anstalt, welche auf Grund geleisteter Anzahlungen eine bestimmte Leistung für die Bediensteten und deren Familien versichert, stellt der Kongrefs fest, dafs sie behufs regelmäfsiger Tätigkeit nach den wissenschaftlichen Grundlagen der Versicherungskunde eingerichtet sein müssen, dafs aber, wenn auch theoretisch völliges Gleichgewicht zwischen den gezahlten Versicherungsbeträgen und den zu deckenden Gefahren denkbar ist, die letzteren doch zu verwickelt und vielseitig sind, um die sichere Erzielung dieses Ergebnisses herbeiführen zu lassen.

Die Versorgung der vorhandenen Anstalten zwingt die Verwaltungen, sich grofse Opfer aufzubürden, welche ganz aufserordentlich wachsen sobald man die Altersgrenze herabsetzt.

Trotz der Höhe der zugestandenen Zuschüsse, bleibt doch immer zu befürchten, dafs die Lasten durch nicht vorauszusehende Vorgänge, wie Sinken des Zinsfufses die verfügbaren Mttel übersteigen; hieraus ergibt sich der Zwang, sowohl die Höhe der Beitragsleistungen. als auch die der Bezüge und die Altersgrenze für die Bezugsberechtigten einer regelmäfsig wiederholten Nachprüfung zu unterziehen.

Nach den Unterlagen der Vorberichte ist es möglich, dieser Schwierigkeit auszuweichen und zugleich dem Antragsrechte der Angestellten gröfsern Spielraum zugewähren, indem man die Einzahlungen bei wechselseitigen Versicherungs-Gesellschaften oder anderen Anstalten leisten läfst, wodurch für jeden Angestellten nach seinen Verhältnissen die in Betracht kommenden Gefahren bestens gedeckt sind.

5. Sektion.

Kleinbahnen.

XVII. Einflufs der Kleinbahnen auf die Hauptverkehrsadern.

Einflufs solcher Anlagen auf den Verkehr der Hauptbahnen. Beitragsleistung der letzteren für die Anlage und den Betrieb der Kleinbahnen.



De Burlet,*) Directeur général de la Société des chemins de fer vicinaux belges.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

In Abwesenheit des Berichterstatters erstattet G. Lembourg von derselben Gesellschaft einen Überblick über den Bericht und die Beschlufsanträge. An der Erörterung beteiligen sich: W. M. Ackworth, Britische Regierung, Scialoja, Eisenbahnen in Sicilien, M. v. Leber, österreichisches Eisenbahnministerium, und L. Weifsenbruch, belgische Staatsbahnen.

Während der Erörterung wird mit Bedauern erwähnt, dafs in England wegen ungenügender Begünstigung ein Zustandekommen von Kleinbahnen oft nicht möglich ist.

Beschlüsse.

Man kann im Allgemeinen sagen, dafs die Klein-Bahnen die Saugadern der grofsen Bahnnetze bilden, zweifellos für die letzteren eine nützliche Hilfe bedeuten; auch sind wohlwollende Unterstützung seitens der grofsen Linien und die Gewährung aller wünschenswerten Erleichterungen durch diese vollständig gerechtfertigt. Es ist nur zu wünschen, dafs alle Bahnverwaltungen nach dem in Österreich-Ungarn gegebenen Vorbilde die weitestgehenden und einfachsten Bedingungen feststellen, welche geeignet sind, die Bahnverbindung und den Austauschverkehr an den Abzweigungen der Klein-Bahnen zu erleichtern.

XVIII. Zuschüsse des Staates und der anliegenden Ortschaften für Kleinbahnen.

Unterstützung seitens der Provinzen, Bezirke, Gemeinden. Ergebnisse, welche in Belgien durch Schaffung einer Verwaltung für Verbreitung, Bau und Betrieb von Kleinbahnen erzielt sind.

C. Colson,**) Conseiller d'Etat, ingénieur en chef des ponts et chaussées, Frankreich, Belgien, England und Deutschland.

E. A. Ziffer,***) Präsident der Lemberg-, Czernowitz-, Jassy-Eisenbahn, alle anderen Länder.

Auszug aus dem Sektionsberichte.

In Abwesenheit des Berichterstatters Colson gibt M. Fontaneilles (französische Regierung) eine Übersicht des Vorberichtes. Im Gegensatze zu den Voll- und den städtischen Bahnen, bei denen sich die Anlagekosten verzinsen, bedürfen die Kleinbahnen meist eines Zuschusses. Die Anlagekosten können auf verschiedene Art aufgebracht werden.

Die Behörde kann den Bau ganz oder teilweise selbst ausführen lassen, oder Zuschüsse leisten. Der Zuschufs nach Bahnlänge verleitet oft zu ungerechtfertigten Linien-Verlängerungen; es empfiehlt

*) De Burlet (S.-A. Nr. 26) erinnert vorerst an die Behandlung dieser Frage bei den früheren Versammlungen und an die bereits gefafsten Beschlüsse. Sodann werden die Verhältnisse in Belgien, Holland mit den Kolonien, Frankreich, Italien, Grofsbritannien und Irland, Österreich-Ungarn, Norwegen, Rufsland besprochen und insbesondere die in Österreich-Ungarn üblichen Begünstigungen der Klein-Bahnen lobend erwähnt. Der Berichterstatter ist bemüht, durch statistische Nachweise der Einnahmen auf den Hauptbahnen vor und nach Eröffnung der Zweigbahnen den Nachweis der vorteilhaften Einwirkung der letzteren zu erbringen. Dann folgen Beschlufsanträge.

**) C. Colson (S.-A. Nr. 6) beleuchtet die Zweckmäfsigkeit der zu gewährenden Unterstützung und die dabei auftretenden Schwierigkeiten. Eine eingehende Erörterung der mannigfaltigen Formen der Unterstützung: Unverzinslicher Zuschufs, Zinsgewähr, Verpachtung mit geteilten Einkünften, Zuschufs in einem Betrage oder nach Mafsgabe der Länge führt zu gewissen Formeln, deren Wert immer vom Standpunkte guter Bedienung der Öffentlichkeit einerseits und entsprechender Erträge anderseits zu beurteilen ist. Der Berichterstatter erörtert die in Frankreich, Belgien, Deutschland, England, Irland und Grofsbritannien mafsgebenden Verhältnisse und Formeln und läfst eine Übersicht seiner Ausführungen folgen.

***) E. A. Ziffer (S.-A. Nr. 16) schildert nacheinander die tatsächlich mafsgebenden Verhältnisse und gesetzlichen Einrichtungen in: Argentinien, Österreich, Ungarn, Bulgarien, Chili, im Kongostaate, in Dänemark, Spanien, in den Vereinigten Staaten von Amerika, in Italien, Norwegen, Holland und holländisch Indien, Portugal, Rumänien, Rufsland, Serbien, Schweden, in der Schweiz, in der Türkei, in Uruguay. Der reichhaltige Bericht befafst sich besonders eingehend mit Österreich und Ungarn, wo der durch frühere Arbeiten wohlbekannte Verfasser über langjährige Erfahrungen im Lokalbahnwesen verfügt. Dann folgen Beschlufsanträge. Dort werden alle verschiedenen Formen der gewährten Unterstützungen zusammengestellt; darauf folgt ein eindringlicher Aufruf an alle mafsgebenden Behörden und Beteiligten zur Unterstützung und Förderung der Klein-Bahnen.



sich, einen Höchstbetrag und eine Ersparnis-Beteiligung festzusetzen. Bei Zinsgewähr ist die Bestimmung der Jahres-Betriebskosten schwierig. Verschiedene Formeln, wie a + b R + c T werden erörtert, wovon R die Bruttoeinnahme, T der kilometrische Verkehr der Züge, a, b, c, Wertziffern sind; man mufs alle möglichen Ergebnisse derartiger Formeln erwägen, damit die Unternehmer nicht verleitet werden, einen gegen den öffentlichen Vorteil verstofsenden Betrieb zu führen.

In Abwesenheit des Berichterstatters E. A. Ziffer gibt G. Lembourg, chemins de fer vicinaux belges, einen Auszug. In einigen Ländern: Bulgarien, Congo, Spanien, Portugal, Rufsland, Ungarn hat sich die Gesetzgebung noch gar nicht mit der Frage befafst. In den Vereinigten Staaten von Amerika sind bisher nur Gesetzentwürfe entstanden, und Kleinbahnen nach europäischem Begriffe gibt es dort nicht. In anderen Ländern, wie die Türkei, werden alle Bahnen als Kleinbahnen behandelt. In Österreich, Ungarn, Dänemark, Egypten, Norwegen, Holland, Serbien, in der Schweiz bestehen verschiedene Formen der Unterstützung mit oder ohne gesetzliche Grundlage.

An der Erörterung des Gegenstandes beteiligen sich aufser den Vorgenannten D. Cooper, Glasgow und Südwest-Bahn, H. Mac Lachlan, Regierung von New Süd-Wales, G. Franke, Deutsche Regierung.

Beschlüsse.

Die Kleinbahnen verdienen in höchstem Mafse die Aufmerksamkeit der öffentlichen Gewalten. Ihre Entstehung bringt solche Gegenden, welche bisher aufserhalb des Verkehres standen, auf den Weg der Entwickelung und des Fortschrittes, was die Regierungen nicht allein als Vorteil, sondern auch als Pflicht anzusehen haben. Man mufs diese Entwicklung begünstigen. Es empfiehlt sich in dieser Hinsicht, für den Bau, für den Betrieb und für die Vorschriften nicht die alten Formen und Verfahren gelten zu lassen, sondern alle möglichen Vereinfachungen einzuführen, welche den örtlichen Bedürfnissen und den verfügbaren Mitteln entsprechen.

Es empfiehlt sich auch, dafs die Regierungen und die örtlichen Behörden den Bahnen unter der Form von Zuschüssen, Befreiungen oder in anderer Weise sowohl für den Bau, als auch für den Betrieb alle mögliche Unterstützung gewähren, sodafs alle Teile des Landes bedient werden.

Wenn die Behörden eines Landes den Bau und Betrieb von Kleinbahnen nicht selbst sicher stellen, sie vielmehr an Gesellschaften vergeben, ist es für die Bedingungen unerläfslich, dafs der Nutzen der betriebführenden Verwaltung mit dem öffentlichen in Einklang gebracht wird.

XIX. Einrichtung eines sparsamen Dienstes auf schwach befahrenen Vollbahnen und auf Nebenbahnen.

Vereinfachung des Personenzug-, des Stückgut- und Frachtgut-Dienstes. Besondere Betriebsmittel und Triebwerke.

J. Rocca,*) Chef-Ingenieur bei der General-Direktion der italienischen Mittelmeer-Bahnen, alle Länder aufser Amerika, Österreich-Ungarn, Deutschland und Holland.

C. de Tolnay,**) Oberinspektor und Betriebsleiter bei den Ungarischen Staatsbahnen, Österreich-Ungarn, Deutschland und Holland.

*) J. Rocca (S.-A. Nr. 12) teilt seinen Bericht in drei Abschnitte: I. Die bezüglichen gesetzlichen Bestimmungen in Italien, Frankreich, Belgien, Grofsbritannien, Rufsland, in der Schweiz, in Portugal, Dänemark, in der Türkei, in Rumänien und Egypten; II. Sparsam betriebene Linien in den vorerwähnten Ländern; III. Die dazu eingeführten Mafsregeln: Weglassung der Einfriedungen und beweglichen Schranken, blofs eintägige Begehung der Gleise, eingeschränkter Stationsdienst, Weglassung der Vorsignale, Weglassung von Zugkreuzungen in gewissen Stationen, Einführung des Fernsprechers, Weglassung einer Wagenklasse, vereinfachte Aufstellung der Tarife, leichte Betriebsmittel, besondere Fahrbetriebsmittel, Triebwagen.

Dem Berichte sind statistische Listen und Beschlufsanträge beigegeben.

**) C. de Tolnay (S.-A. Nr. 25) bespricht in drei Abschnitten I. die Einrichtung der Bahnverwaltungen, II. den technischen Dienst: die Begehung der Strecke, den Bahnhofdienst, den Zugsbegleitungsdienst und die Fahrpläne, III. die Betriebswirtschaft: Weglassung der ersten Wagenklasse, Verkauf der Fahrkarten im Zuge, vereinfachte Tarife.

Der Berichterstatter befürwortet zu I die Beschäftigung von Frauen, zu II die Verwendung von Triebwagen bezüglich deren die Bauarten Serpollet, Stoltz, Ganz, Daimler erwähnt und kurz beschrieben werden.



Auszug aus dem Sektionsberichte.

In Abwesenheit von J. Rocca trägt C. de Tolnay einen Auszug aus beiden Berichten vor. Er greift zurück auf die in den früheren Versammlungen Mailand 1887 und St. Petersburg, 1892 besprochenen Verhältnisse. In der Gesetzgebung der letzten Jahre ist das Bestreben unverkennbar, die Verwaltung der Kleinbahnen gesondert von der der Hauptbahnen zu behandeln.

In technischer Beziehung werden auch allseits alle möglichen Vereinfachungen eingeführt, so auch bezüglich der Tarife und Fahrpläne. Der Berichterstatter führt die in diesen Beziehungen erzielten günstigen Ergebnisse auf.

An der Erörterung beteiligen sich: J. Rostern, englische grofse Central-Bahn, M. v. Leber, österreichische Regierung, A. Söpkez, ungarische Regierung, Jenny, Österreichische Südbahn, J. P. Ramsey, Chicago, Peoria und St. Louis-Bahn, R. Trimble, Pennsylvania-Bahn, A. Wilson, englische Nordost-Bahn, Thonet, Société anonyme d'entreprise générale de travaux, Italien.

Es wird erörtert, dafs der Triebwagen gut zur Bewältigung starker Steigungen eingerichtet werden kann, insbesondere bei elektrischem Betriebe. Solche Reibungsbetriebe bestehen auf Steigungen von $11\,^1/_2$, 14 und sogar 15 $^0/_0$ auf kurzen Strecken.

Beschlüsse.

Die Vereinfachung des Dienstes auf Bahnen mit schwachem Verkehre dient dem Vorteile aller an dem Betriebe derartiger Linien beteiligter Verwaltungen. Der Kongrefs gibt dem Wunsche Ausdruck, dafs die gegenwärtig bei einer grofsen Anzahl von Gesetzgebungen bemerkbaren Bestrebungen, die für Linien mit schwachem Verkehre und für leichte Züge mafsgebenden Bedingungen zu erleichtern, ebenso wie die Bemühungen der Verwaltungen, ihre schwach befahrenen Linien mit bemerkenswerten Ergebnissen sparsam zu verwalten, verallgemeinert werden. Insbesondere sind die im Oberbau-Überwachungs-, im Stations- und im Zugbegleitungs-Dienste eingeführten Vereinfachungen, sowie die Verwendung von Triebwagen zu empfehlen. Indem anerkannt wird, dafs die technische Lösung mittels der bisher verwendeten Triebwagen noch verbesserungsfähig ist, gibt der Kongrefs der Meinung Ausdruck, dafs die bisher mit diesem Betriebsmittel angestellten Versuche fortgesetzt werden sollen.

Es ist wünschenswert, dafs diese wichtige Frage nicht aufser Acht gelassen werde, und dafs die »permanente Kommission« sie wieder auf die Tagesordnung der nächsten Versammlung setzt.

XX. Zugförderung mittels der Triebwagen.

Einrichtung eines Triebwagen-Dienstes auf Linien, deren Verkehr vollen Eisenbahnbetrieb nicht rechtfertigt.

Léchelle*), chef du mouvement, E. Sartiaux*), chef der services électriques, und Keromnes*), ingénieur principal des ateliers de machines de La Chapelle et d'Helemmes, alle drei von der französischen Nordbahn.

*) Léchelle, E. Sartiaux und Keromnes. (S.-A. Nr. 27.) Der Bericht beschränkt die Frage dahin, dafs sie sich auf Einführung von Triebwagen entweder auf Hauptbahnen zwischen den zu selten verkehrenden langen Zügen, oder auf Nebenbahnen, bezieht, wo von langen Zügen überhaupt abgesehen wird. Er bespricht dann in einem ersten Teile die in Frankreich, Belgien, in der Schweiz, in Italien, England und Amerika angewendeten Triebwagen von 15 verschiedenen Bauarten und zwar die Dampfwagen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn, der Orléans-Bahn, der französischen Staatsbahnen, der französischen Nord-Bahn, der belgischen Staatsbahnen, der schweizerischen Bundesbahnen, der Taff-Vale-Bahn, der London- und Südwest-Bahn, der englischen grofsen Westbahn, der württembergischen Staatsbahnen, die Petroleum- oder Benzinwagen der schweizerischen Bundesbahnen, der württembergischen Staatsbahnen, der englischen grofsen Nordbahn, die elektrischen Wagen der italienischen Südbahn, der sächsischen Staatsbahnen, die mit stromerzeugenden Petroleum-Maschinen ausgerüsteten Wagen der englischen Nordost-Bahn und die Versuche der Taff-Vale-Bahn.

Ein zweiter Teil des Berichtes betrifft den Betrieb mit Triebwagen. Man findet insbesondere im ersten Teile viele ziffermäfsige Angaben und einige Zeichnungen. Zum Schlusse folgen Beschlufsanträge.



Auszug aus dem Sektionsberichte.

Herr F. Sartiaux, französische Nordbahn, fafst die Ausführungen des Berichtes zusammen, welcher nur die Bahn-Triebwagen betrifft, demnach weder auf elektrische Bahnen mit Stromzuleitung, noch auf Strafsenbahnen oder Strafsenfuhrwerke überhaupt Bezug nimmt. Der Redner vergleicht die Arten von Triebwagen, welche hauptsächlich in Betracht kommen: die Dampfwagen, die Petroleum- oder Benzinwagen und die elektrischen Strom-Speicherwagen.

An der Erörterung beteiligen sich: F. F. Laurent, Orléans-Bahn, de Lannoy, Ostflandern, E. L. Davis, englische Nordost-Bahn, W. W. Hoy, Regierung von Zentral-Süd-Afrika, Kimshita, japanische Regierung, W. H. Hyde, englische Grofse Ostbahn, E. A. Clear, englische Grofse Zentral-Bahn, J. Pickering, Regierung von Süd-Australien.

Die Orléans-Bahn, die englische Nordostbahn, die Staatsbahnen von Süd-Afrika und Süd-Australien haben recht günstige Erfolge aufzuweisen, auf den letzterwähnten Bahnen ist überhaupt nur der Triebwagen-Betrieb wirtschaftlich zulässig. Nur in Belgien, Ostflandern, sind die Versuche nicht günstig verlaufen. Der Vorsitzende M. von Leber stellt fest, dafs die fast gleichen Aeufserungen der Redner über die durch den Triebwagenbetrieb bei sorgfältig gewählten Wagenformen gebotenen Vorteile günstig lauten und fafst die gestellten Anträge in Beschlufsanträge zusammen, die einstimmig angenommen werden.

Beschlüsse.

1) Die Versuche mit Selbsttrieb- und Zugtriebwagen sind seit einigen Jahren auf schwach und auf stark befahrenen Bahnen bedeutend zahlreicher geworden, und man kann von nun an schon hoffen, dafs diese Wagen ein neues, sehr schätzenswertes Betriebsmittel bilden werden, welches für gewisse Linien zu grofser Zukunft berufen ist.

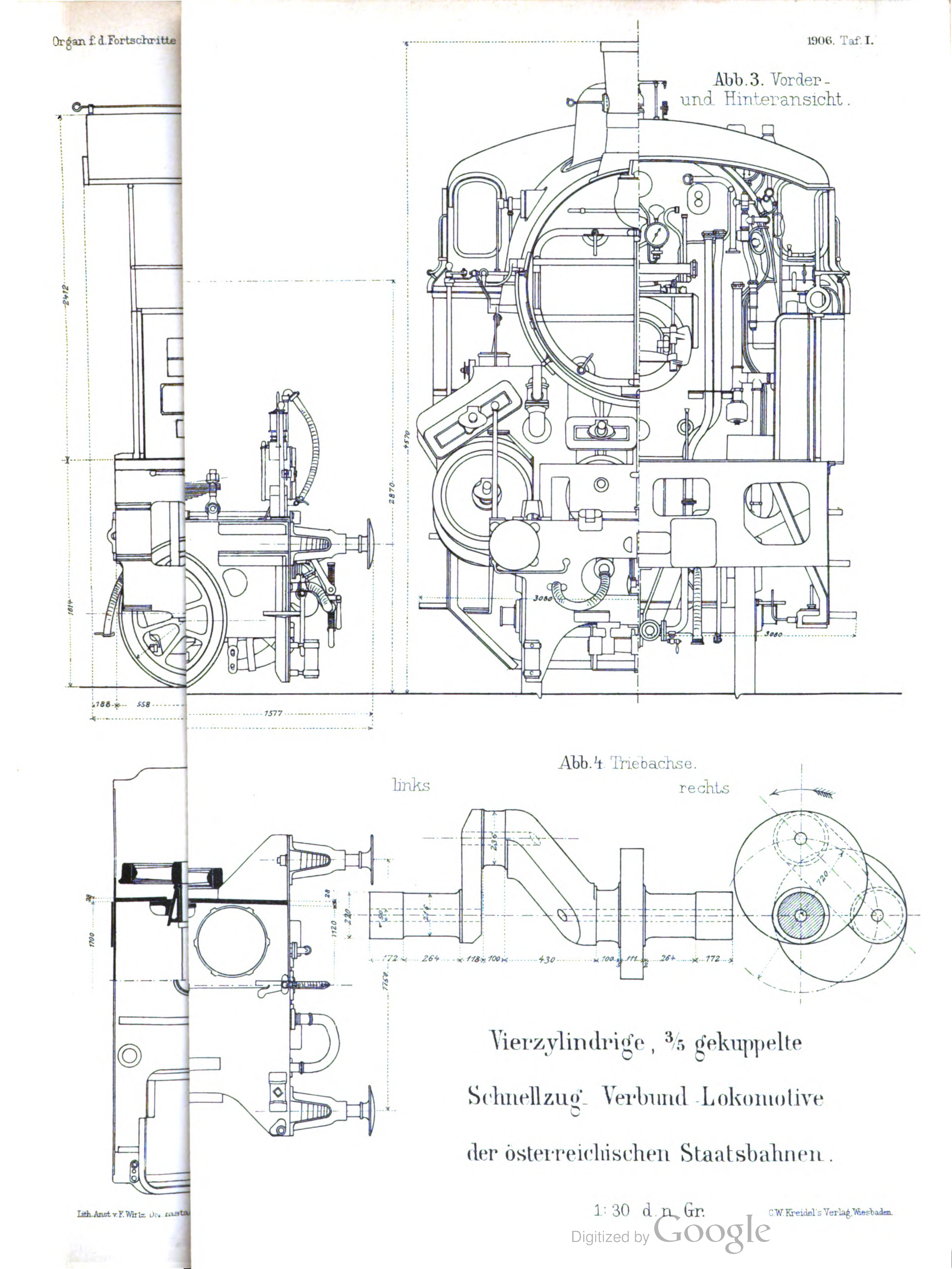
   Es erscheint zweifellos, dafs der Betrieb mit Triebwagen durch Ersparung eines Bediensteten für die Triebmaschine durch wesentliche Verringerung der Zugförderungskosten, wahrscheinlich durch Verringerung der Unterhaltungskosten, durch bessere Ausnutzung der Fahrbetriebsmittel bei geringerer Entwickelung der Bahnhofsanlagen, vielleicht auch durch geringere Abnutzung der Fahrschienen dazu berufen ist, den Betrieb schwach befahrener Linien ernstlich zu verbessern und gewisse Dienstzweige der anderen Linien wirklich zu heben. Die Verwendung dieser Betriebsmittel wird sicher für eine grofse Anzahl Linien eine Umwandlung der Betriebsweise herbeiführen und scheint tatsächlich zu einem zukünftigen Erfolge berufen.

   Die regelmäfsige Verwendung ist immerhin erst im Entstehen begriffen und tatsächliche wirtschaftliche Erfolge können aus dem Ganzen noch nicht deutlich hervorgehen und zwar weder zu Gunsten der einen oder andern Fahrzeugart, noch zu Gunsten des einen oder andern Betriebes.

2) Es ist wünschenswert, dafs die Bahnverwaltungen ihre Versuche in dieser Richtung weiter verfolgen, dafs sie insbesondere die Betriebsarten ergründen, welche dieser neuen Beförderungsart entsprechen, und die Vorteile erfassen, welche dabei der Öffentlichkeit und den Bahnverwaltungen bezüglich der Kosten geboten werden.

3) Endlich ist es wichtig, dafs alle Vereinfachungen, welche geeignet sind, die vereinfachte sparsame Benützung von Triebwagen zu fördern, in die in Kraft stehende Vorschriften aufgenommen werden.

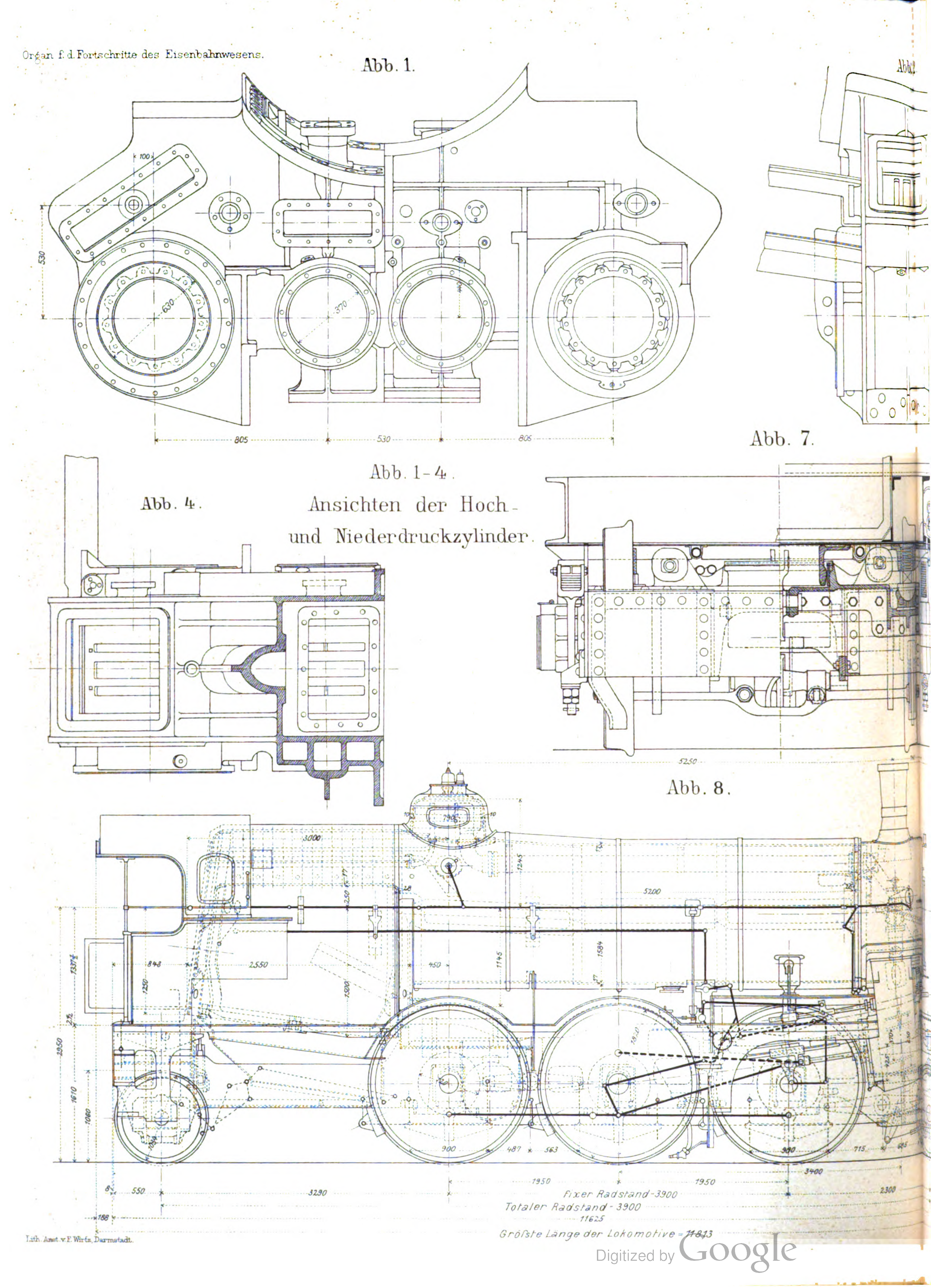




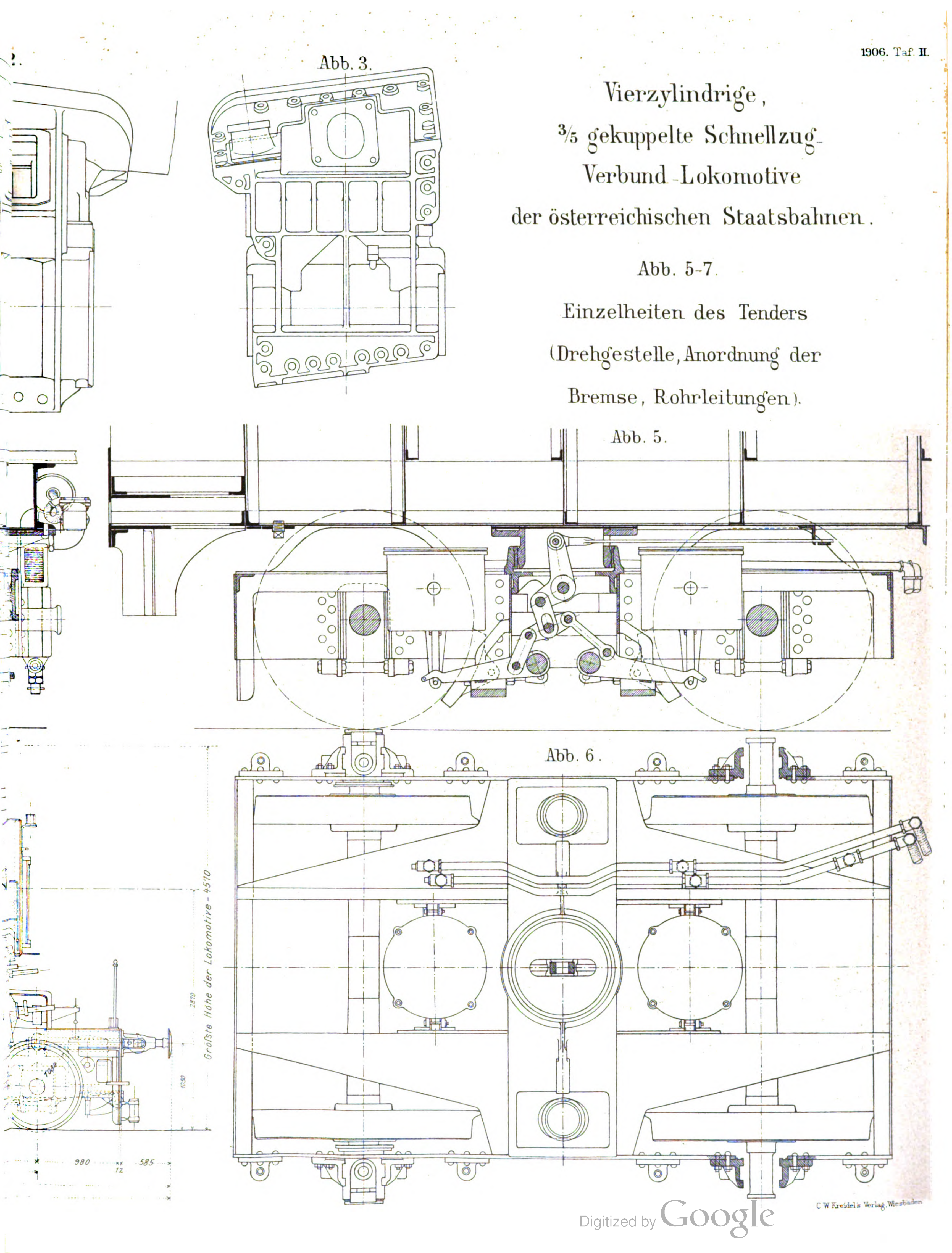
Vierzylindrige, 3/5 gekuppelte Schnellzug-Verbund-Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen.

1 : 30 d. n. Gr.

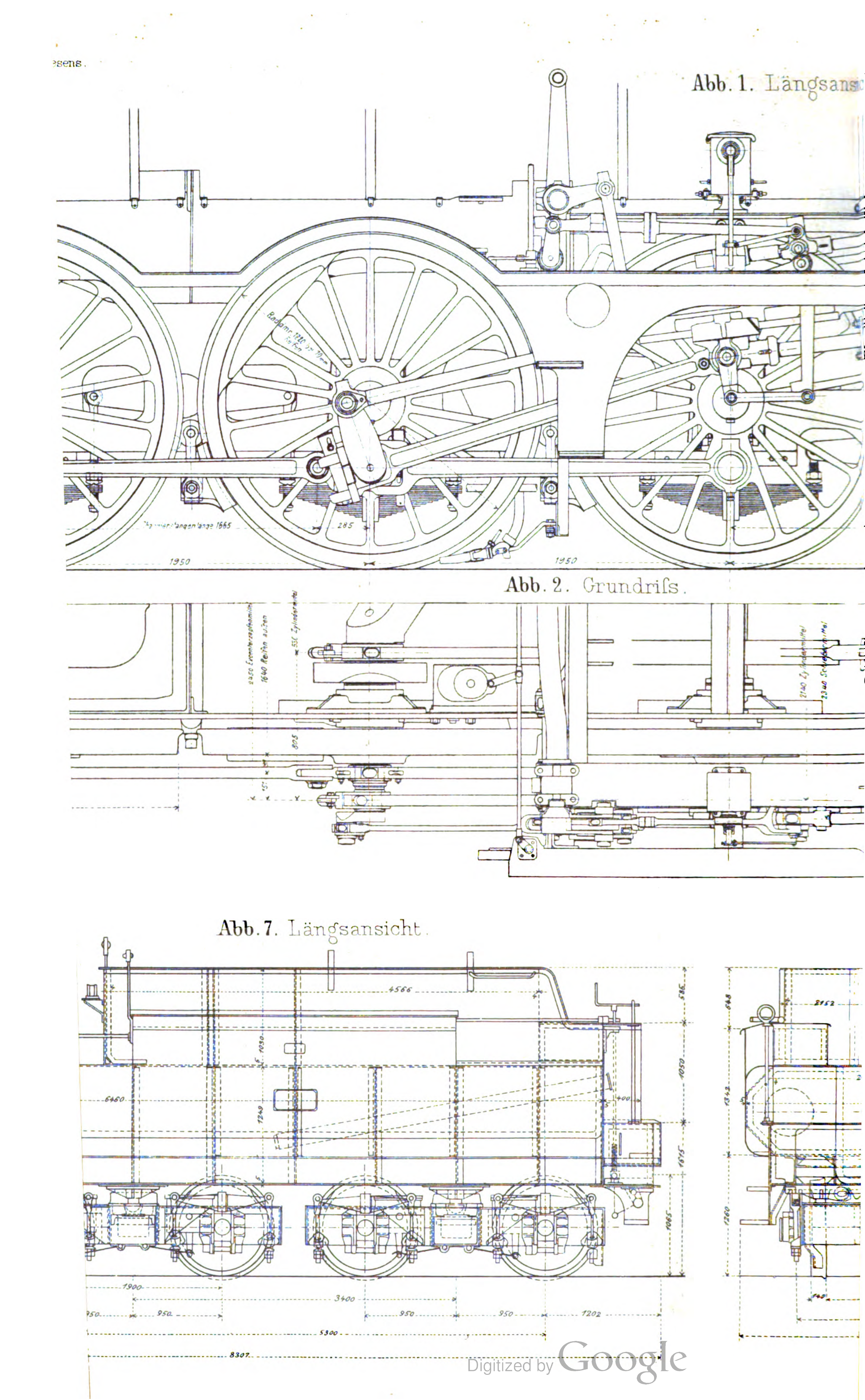
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

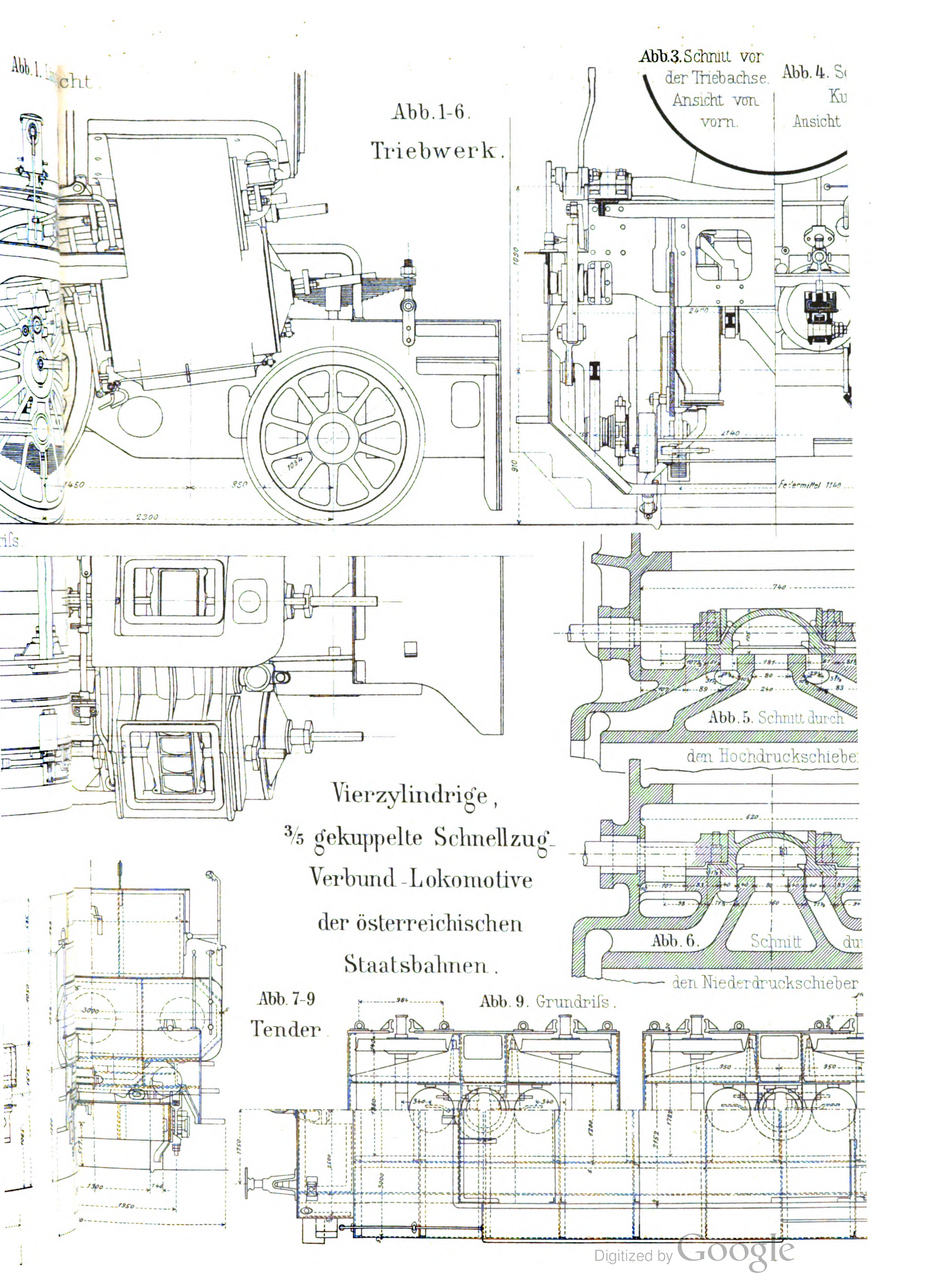


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

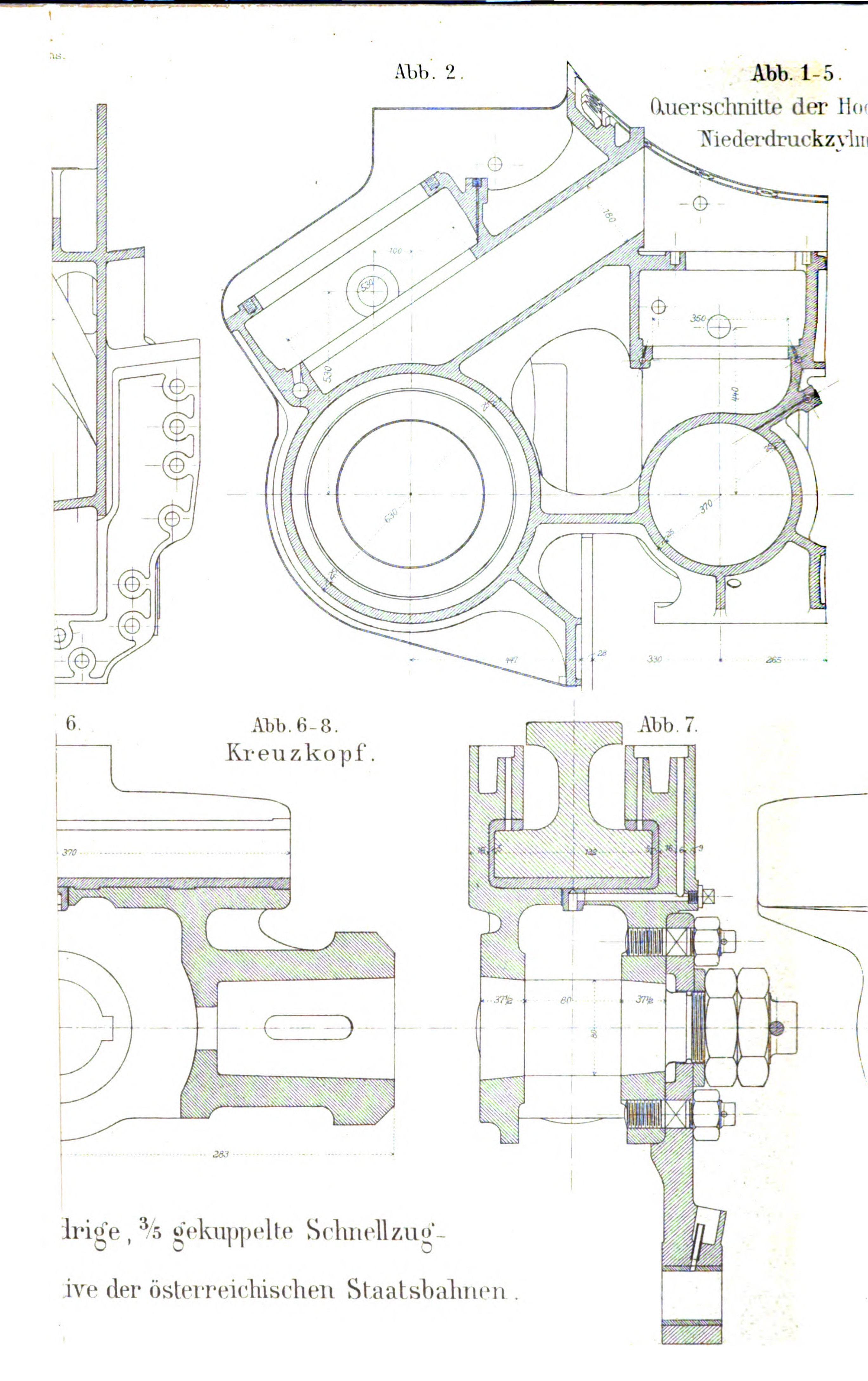

Abb. 3.
Vierzylindrige, 3/5 gekuppelte Schnellzug-Verbund-Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen.
Abb. 5-7.
Einzelheiten des Tenders (Drehgestelle, Anordnung der Bremse, Rohrleitungen).
Abb. 5.
Abb. 6.
Größte Höhe der Lokomotive - 4510
2870
1050
980
12
585
C W Kreidel's Verlag, Wiesbaden

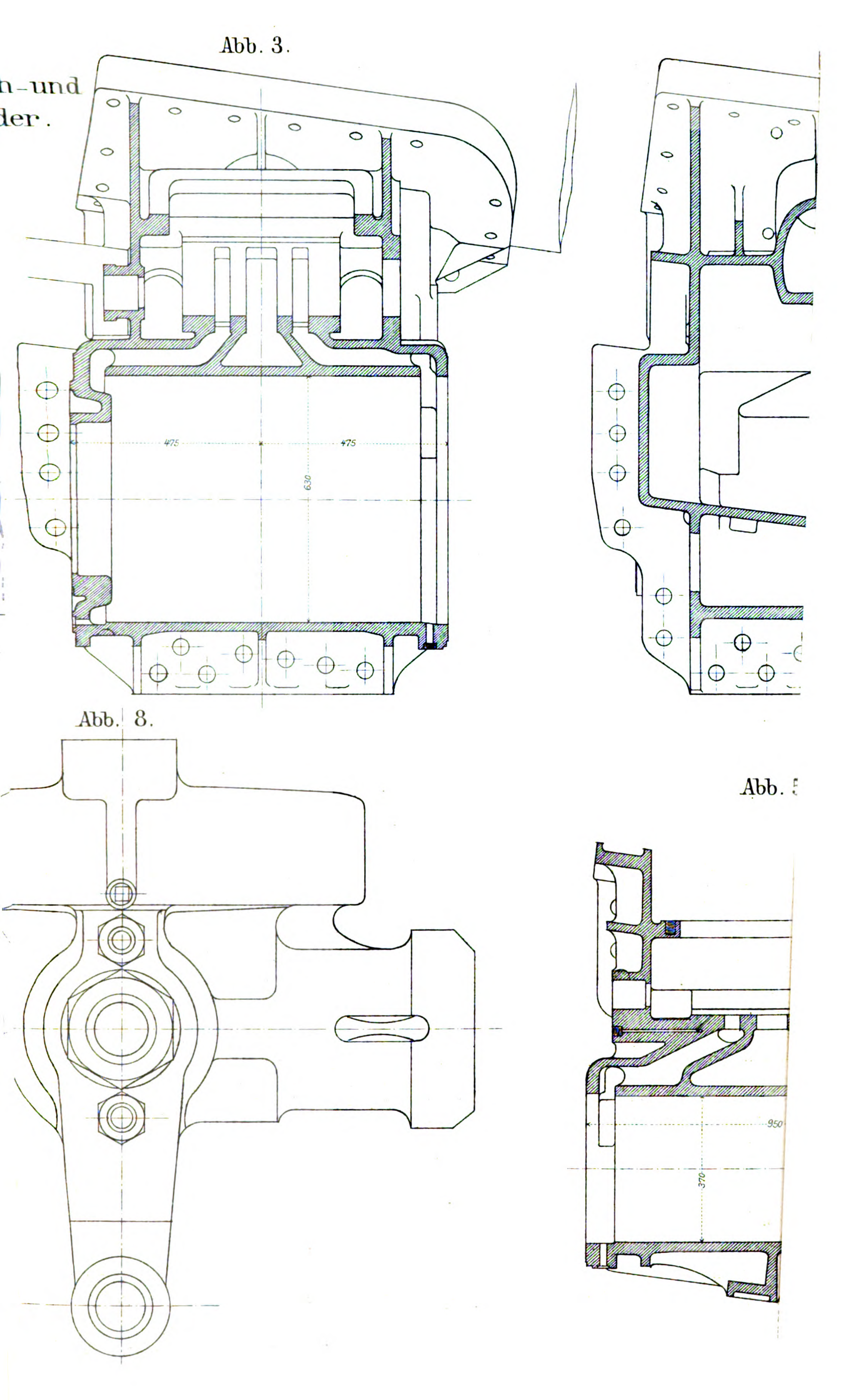
esens.


Abb. 1. Längsans
Abb. 2. Grundrifs.
Abb. 7. Längsansicht.
1950
1950
285
4566
3400
1900
950
950
950
950
1202
5300
8307



Vierzylindrige, 3/5 gekuppelte Schnellzug-Verbund-Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen.

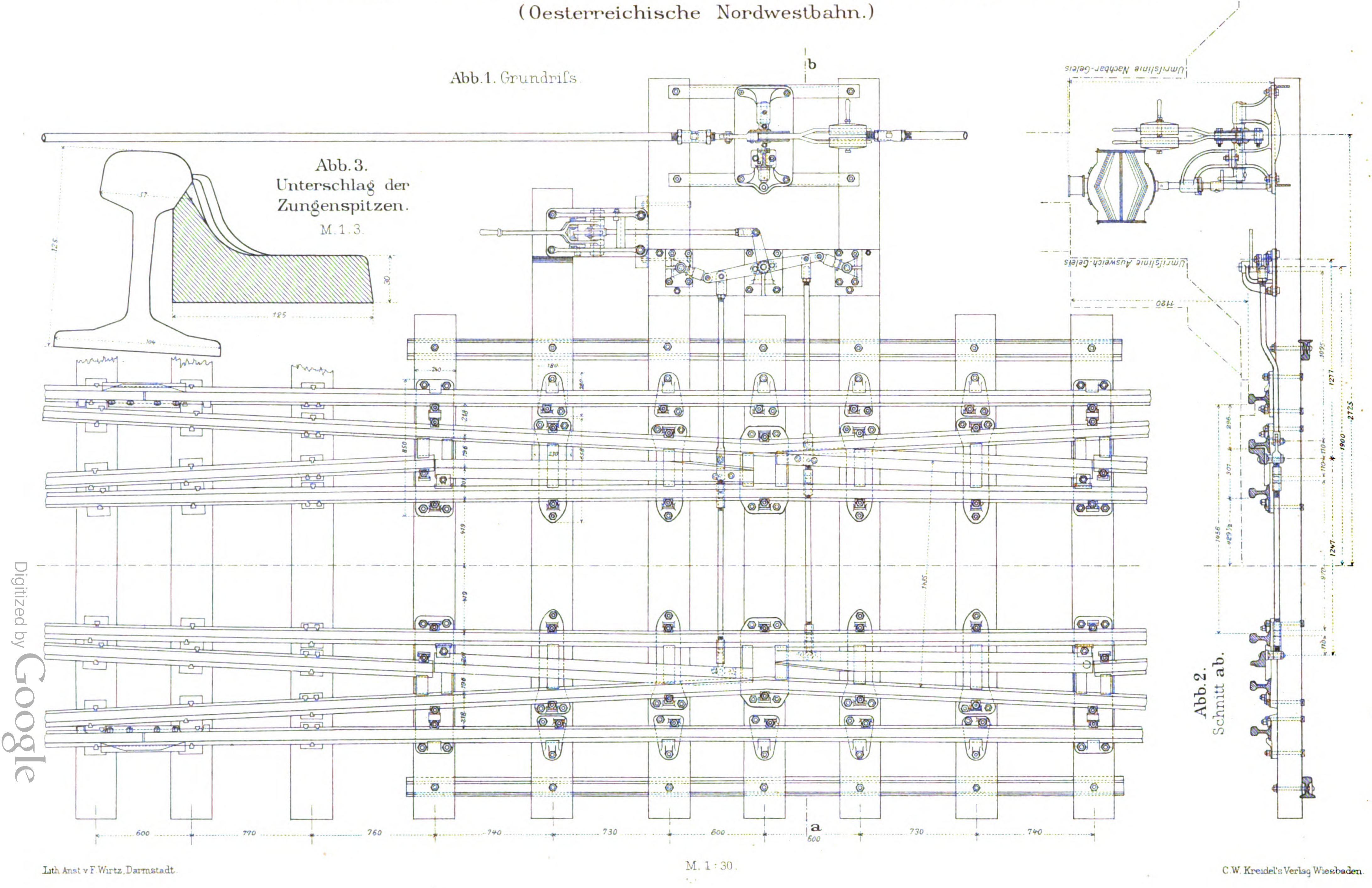

Abb. 2.
Abb. 1-5.
Querschnitte der Ho
Niederdruckzylin
6.
Abb. 6-8.
Kreuzkopf.
Abb. 7.
drige, 3/5 gekuppelte Schnellzug-
ive der österreichischen Staatsbahnen.



reidel's Verlag Wiesbaden

Kreuzungs-Weiche W = 5° 25', mit Unterzugsplatten und Zungenkreuzungen.

(Oesterreichische Nordwestbahn.)



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.

-6.

e mit

utz-

an

iven.

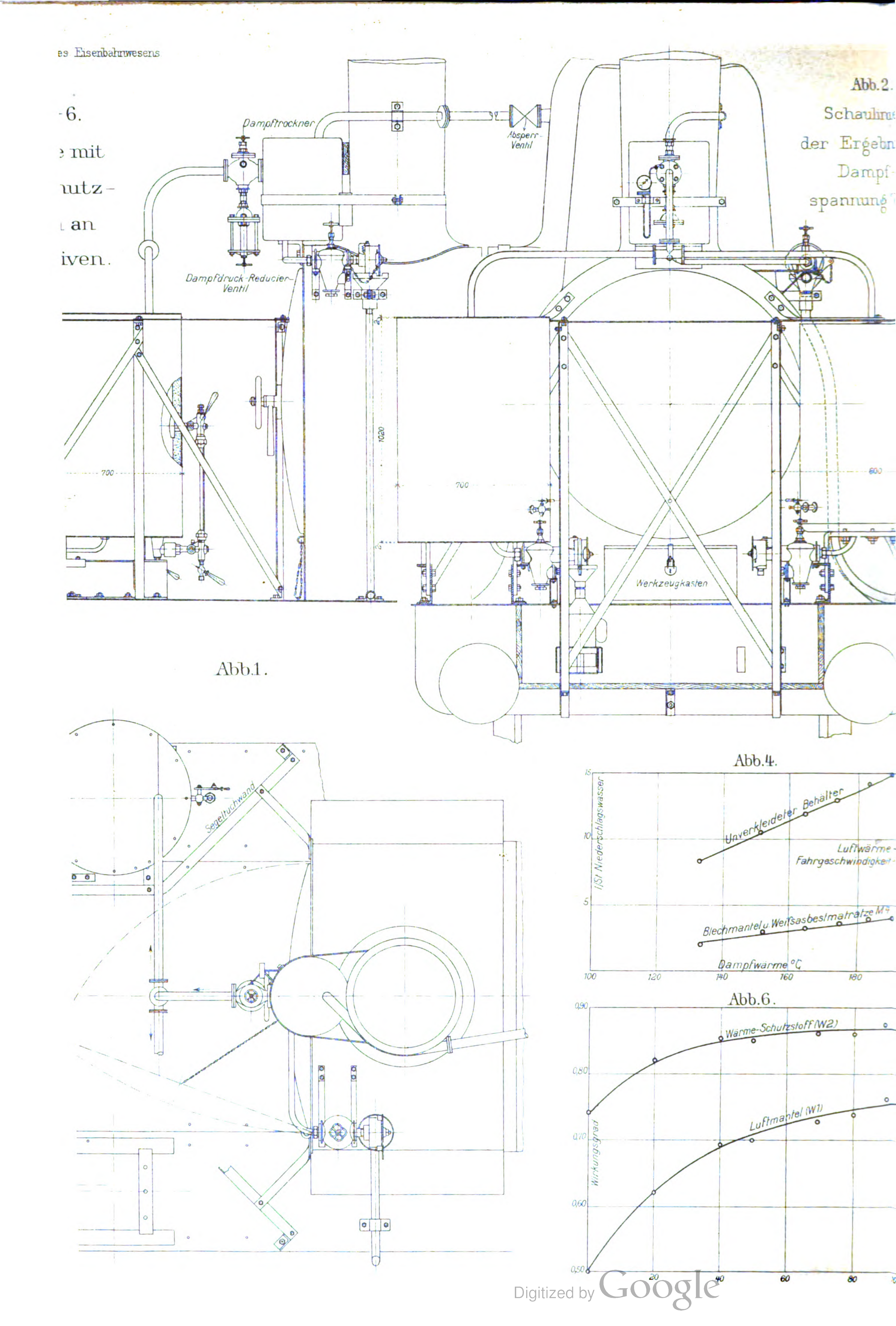
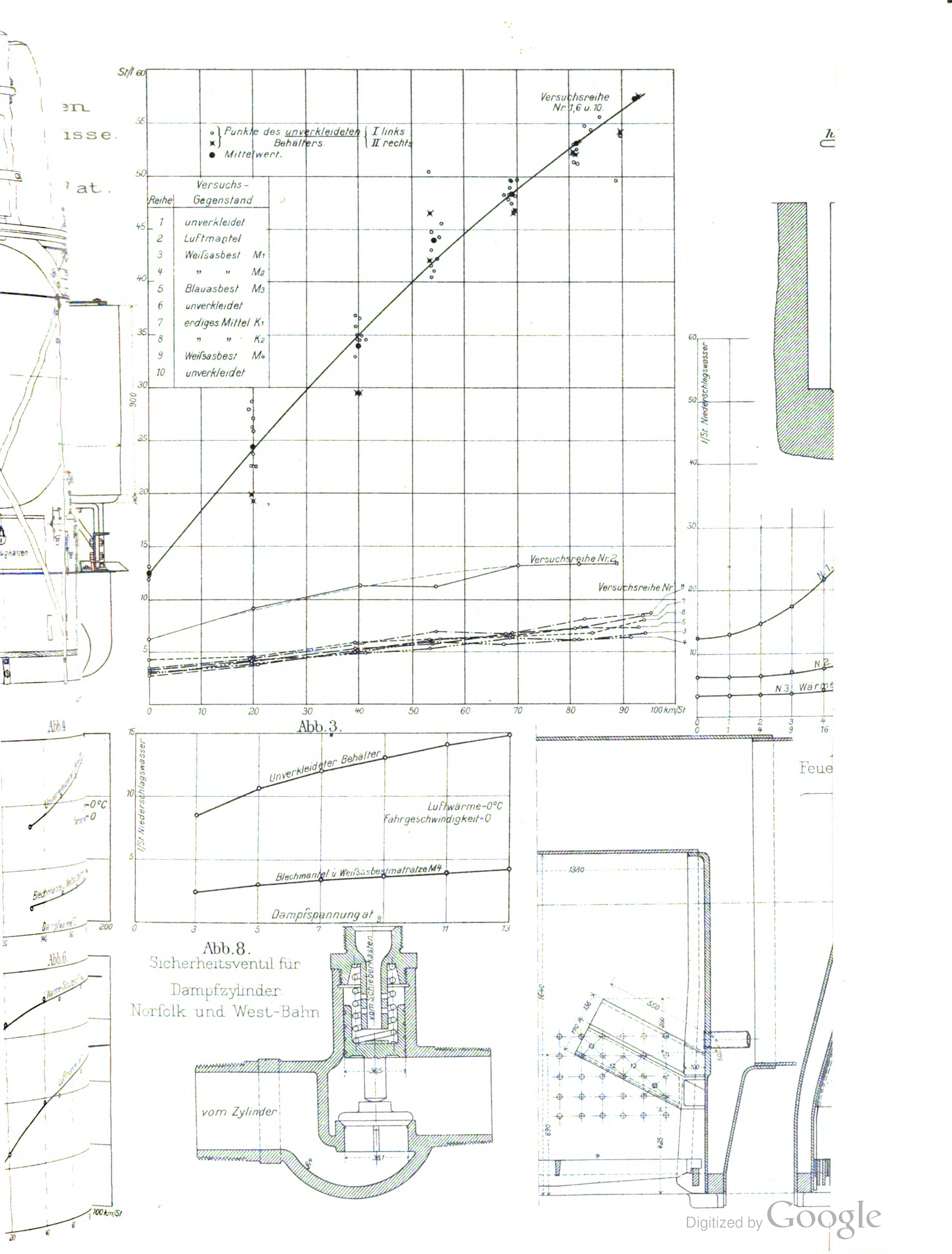


Abb. 1.


Punkte des unverkleideten Behälters I links II rechts
Mittelwert.
Versuchsreihe Nr. 1, 6 u. 10.
Reihe
Versuchs-Gegenstand
1 unverkleidet
2 Luftmantel
3 Weißasbest M1
4 " " M2
5 Blauasbest M3
6 unverkleidet
7 erdiges Mittel K1
8 " " K2
9 Weißasbest M4
10 unverkleidet
Versuchsreihe Nr. 2
Versuchsreihe Nr.
100 km/St
Abb. 3.
l/St. Niederschlagswasser
Unverkleideter Behälter
Luftwärme-0°C
Fahrgeschwindigkeit-0
Blechmantel u. Weißasbestmatratze M4
Dampfspannung at
Abb. 8.
Sicherheitsventil für Dampfzylinder Norfolk und West-Bahn
vom Schieberkasten
vom Zylinder
Abb. 4
Abb. 6
Feue

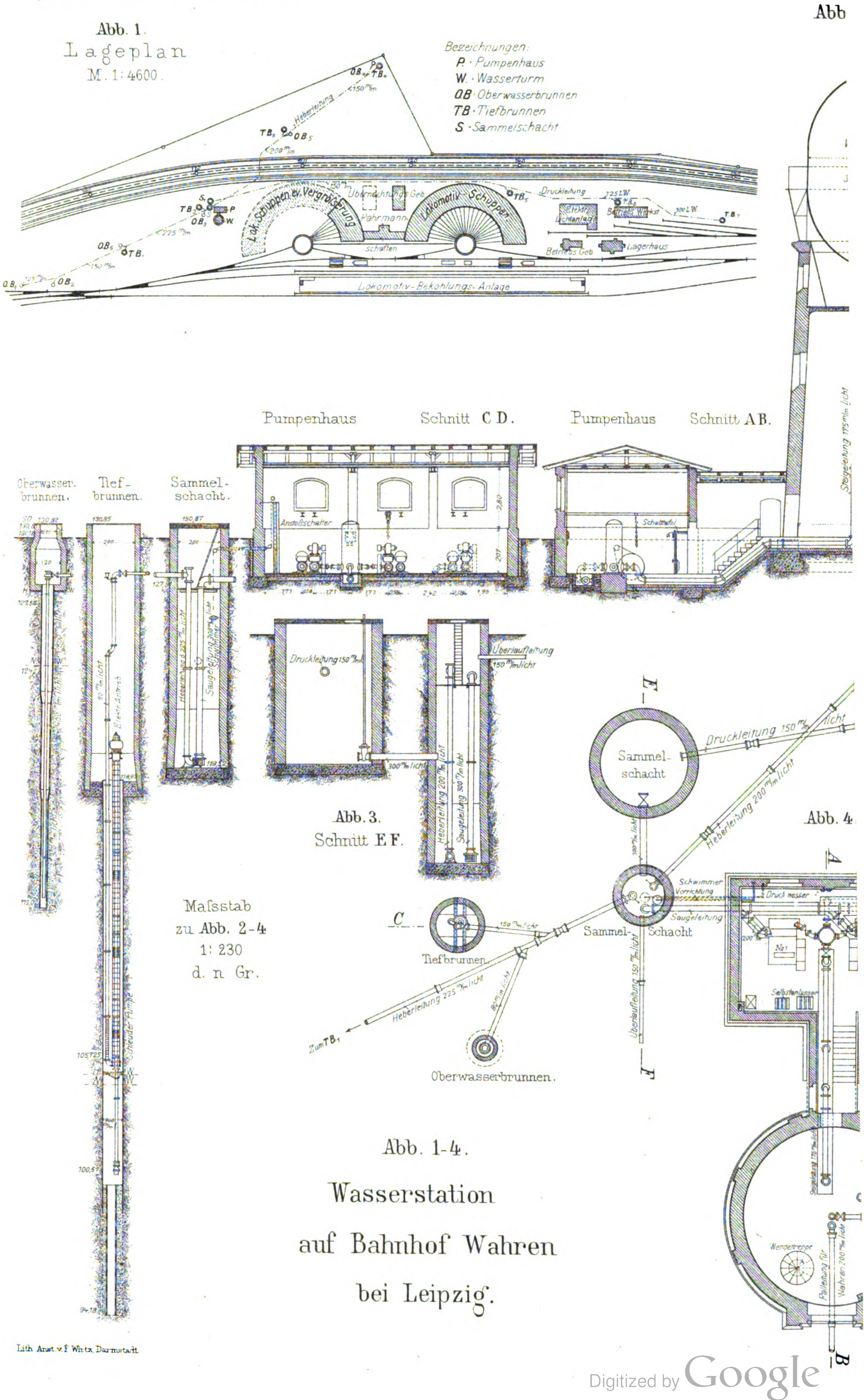
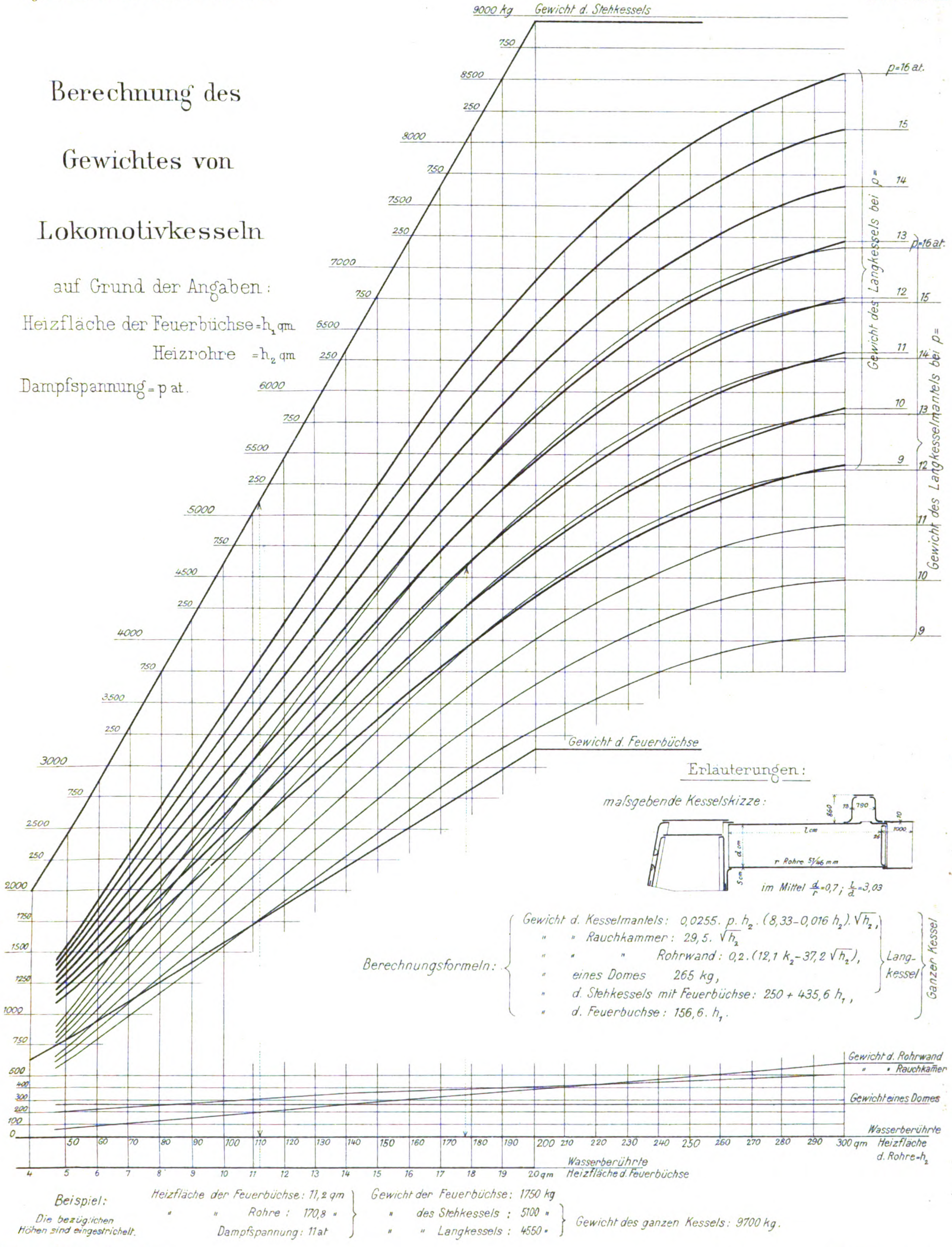


Abb. 1-4.

Wasserstation auf Bahnhof Wahren bei Leipzig.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Berechnung des Gewichtes von Lokomotivkesseln
auf Grund der Angaben:
Heizfläche der Feuerbüchse = h_1 qm
Heizrohre = h_2 qm
Dampfspannung = p at.
9000 kg Gewicht d. Stehkessels
Gewicht des Langkessels bei p =
Gewicht des Langkesselmantels bei p =
p=16 at.
Gewicht d. Feuerbüchse
Erläuterungen:
maſsgebende Kesselskizze:
im Mittel $\frac{d}{r}$=0,7; $\frac{L}{d}$=3,03
Berechnungsformeln:
Gewicht d. Kesselmantels: $0,0255 \cdot p \cdot h_2 \cdot (8,33-0,016\,h_2) \cdot \sqrt{h_2}$,
" " Rauchkammer: $29,5 \cdot \sqrt{h_2}$
" " " Rohrwand: $0,2 \cdot (12,1\,h_2 - 37,2\,\sqrt{h_2})$,
" eines Domes 265 kg,
" d. Stehkessels mit Feuerbüchse: $250 + 435,6\,h_1$,
" d. Feuerbüchse: $156,6 \cdot h_1$.
Lang-kessel
Ganzer Kessel
Gewicht d. Rohrwand
" " Rauchkammer
Gewicht eines Domes
Wasserberührte Heizfläche d. Rohre = h_2
Wasserberührte Heizfläche d. Feuerbüchse
Beispiel:
Die bezüglichen Höhen sind eingestrichelt.
Heizfläche der Feuerbüchse: 11,2 qm
" " Rohre: 170,8 "
Dampfspannung: 11 at
Gewicht der Feuerbüchse: 1750 kg
" des Stehkessels: 5100 "
" " Langkessels: 4550 "
Gewicht des ganzen Kessels: 9700 kg.
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 u. 2. Überhitzerrohre einer 3/6 gek. Heißdampflokomotive der Erie-Bahn.

Schnitt A-B

Abb. 1.

Kupferring Auß. Dchm. 41 mm Wandstärke 1,5 mm

Abb. 2.

Abb. 3. Feuerungsvorrichtung für Lokomotiven. Cheasepeake-Ohio-Bahn.

Fülltrichter

Stoßkolben

Ablenkplatte

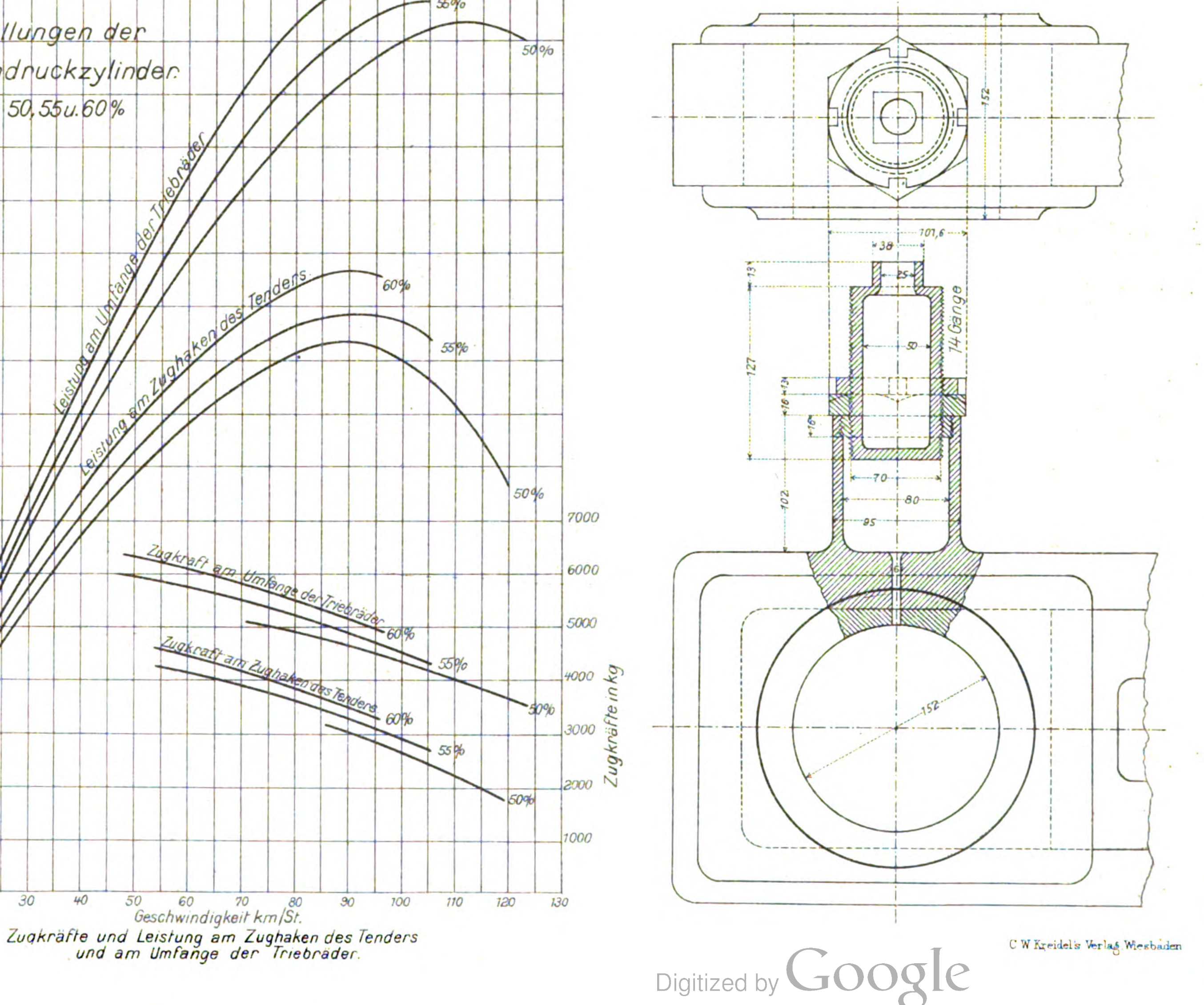
Dampfeintritt

Dampfaustritt

Steuerschieber

Abb. 4. Zugkräfte und Leistungen einer 2/5 gek. Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive der Orléans-Bahn.

Abb. 5. Anordnung der Fettschmierung für Kurbelzapfen an den Güterzug-Lokomotiven der Lehigh-Valley-Bahn.



Zugkräfte und Leistung am Zughaken des Tenders und am Umfange der Triebräder.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden

I.

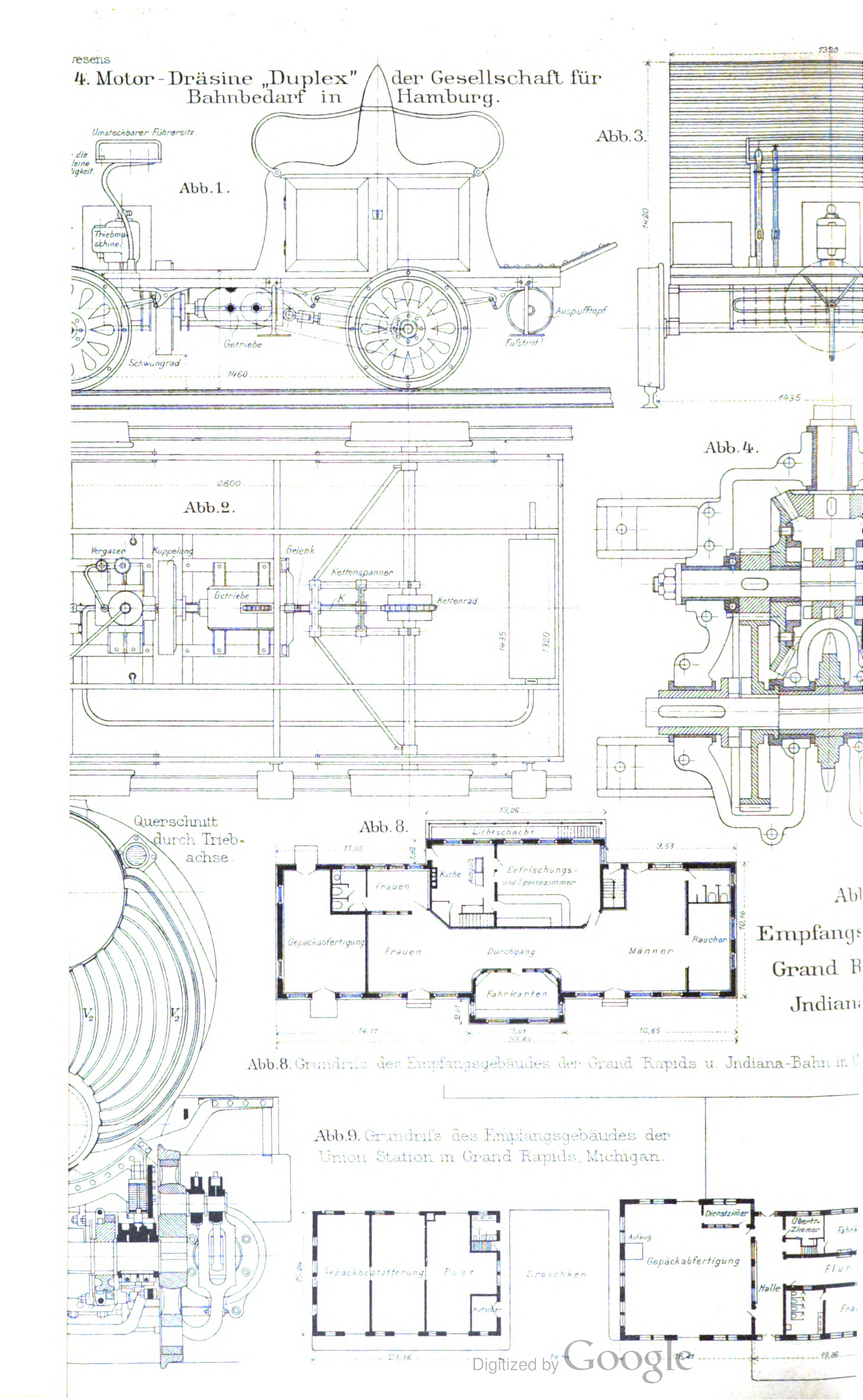
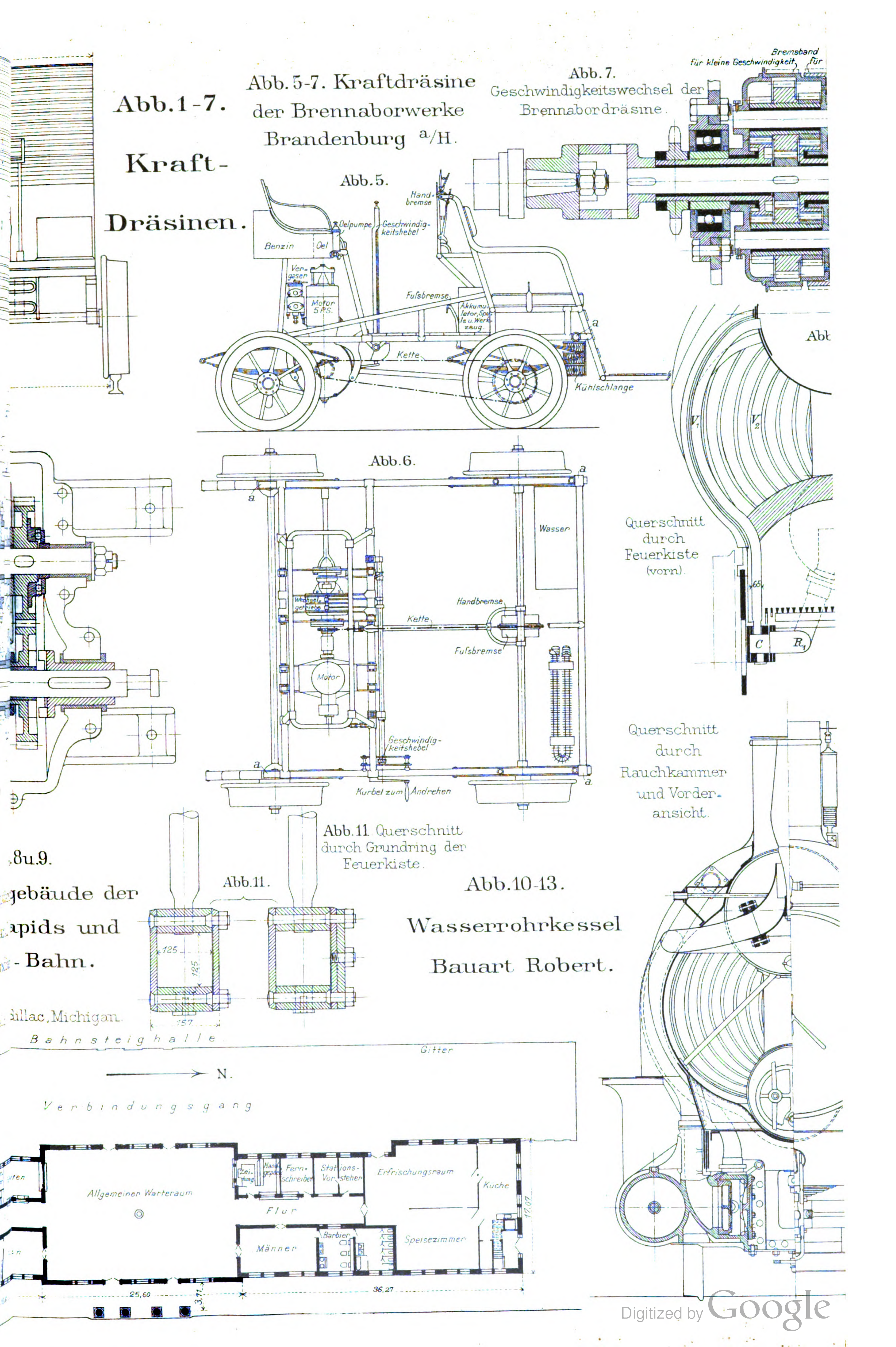


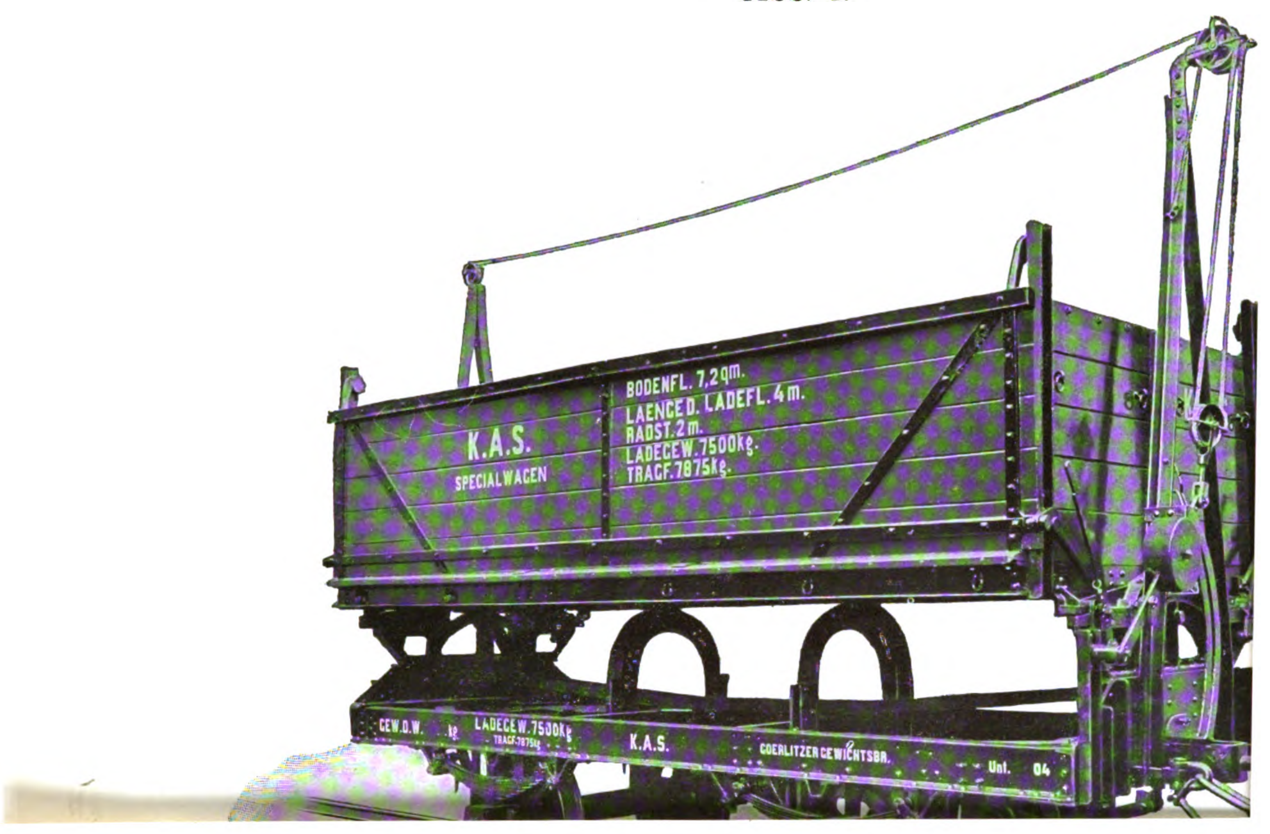
Abb. 8. Grundriß des Empfangsgebäudes der Grand Rapids u. Jndiana-Bahn in C

Abb. 9. Grundriß des Empfangsgebäudes der Union Station in Grand Rapids, Michigan.


Abb. 1-7.
Kraft-
Dräsinen.
Abb. 5-7. Kraftdräsine der Brennaborwerke Brandenburg a/H.
Abb. 7. Geschwindigkeitswechsel der Brennabordräsine.
Bremsband für kleine Geschwindigkeit
für
Abb. 5.
Handbremse
Oelpumpe
Geschwindigkeitshebel
Benzin
Oel
Vergaser
Motor 5 PS.
Fußbremse
Akkumulator, Spie u. Werkzeug
Kette
Kühlschlange
Abb. 6.
Wasser
Wechselgetriebe
Handbremse
Kette
Fußbremse
Motor
Geschwindigkeitshebel
Kurbel zum Andrehen
Querschnitt durch Feuerkiste (vorn).
Querschnitt durch Rauchkammer und Vorderansicht.
Abb. 11. Querschnitt durch Grundring der Feuerkiste.
Abb. 11.
Abb. 10-13.
Wasserrohrkessel Bauart Robert.
8 u. 9.
gebäude der
apids und
- Bahn.
illac, Michigan.
Bahnsteighalle
Gitter
N.
Verbindungsgang
Allgemeiner Warteraum
Fernschreiber
Stationsvorsteher
Erfrischungsraum
Küche
Flur
Männer
Barbier
Speisezimmer
25,60
36,27
12,07

Entladewagen.

Abb. 1.



Frahm's Lokomotiv-Geschwindigkeitsmesser.

Abb. 1. **Lokomotivgeber, Schnitt.**
Mafsstab 1 : 3.

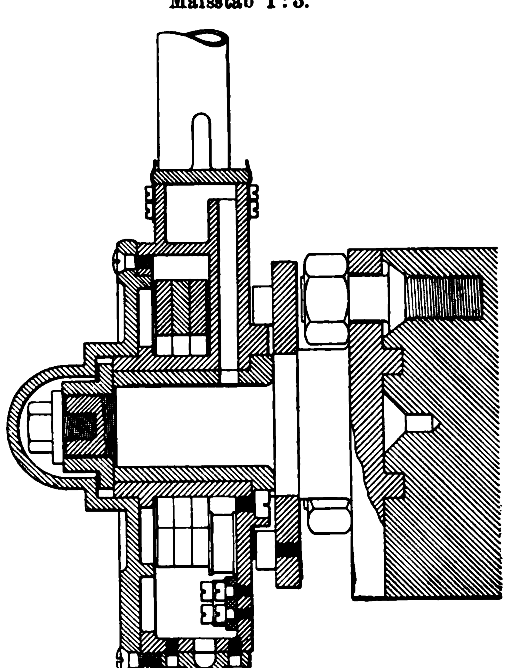


Abb. 2. **Lokomotivgeber, Innenansicht und Schnitt.**
Mafsstab 1 : 3.

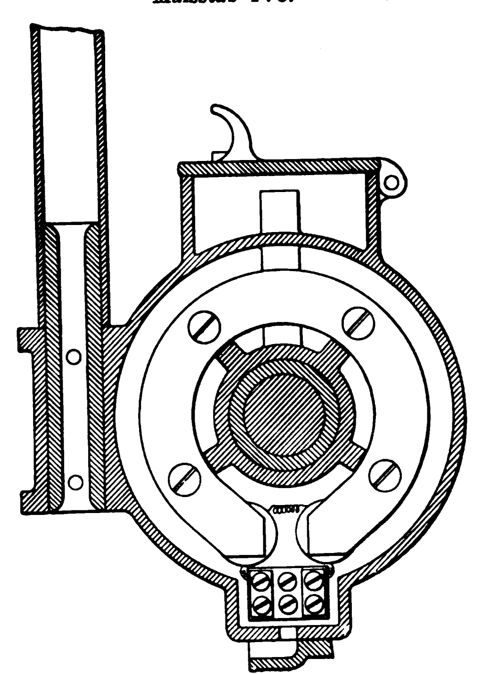


Abb. 3. **Feststellvorrichtung.**
Mafsstab 1 : 15.

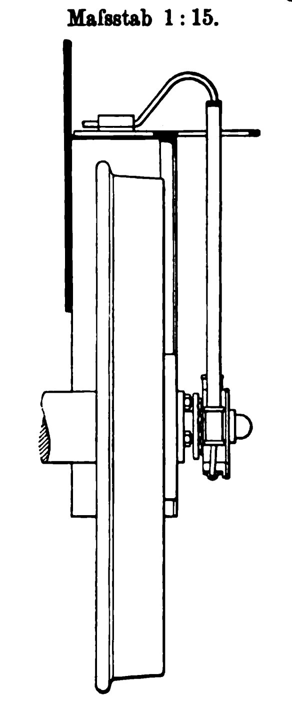


Abb. 4. **Feststellvorrichtung.**
Mafsstab 1 : 15.

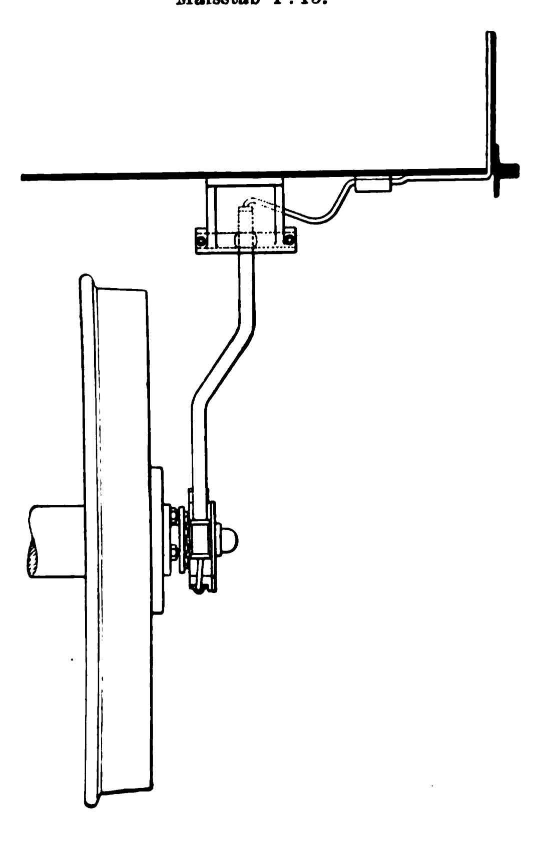


Abb. 5. **Empfänger, Innenansicht.**
Mafsstab 1 : 3.

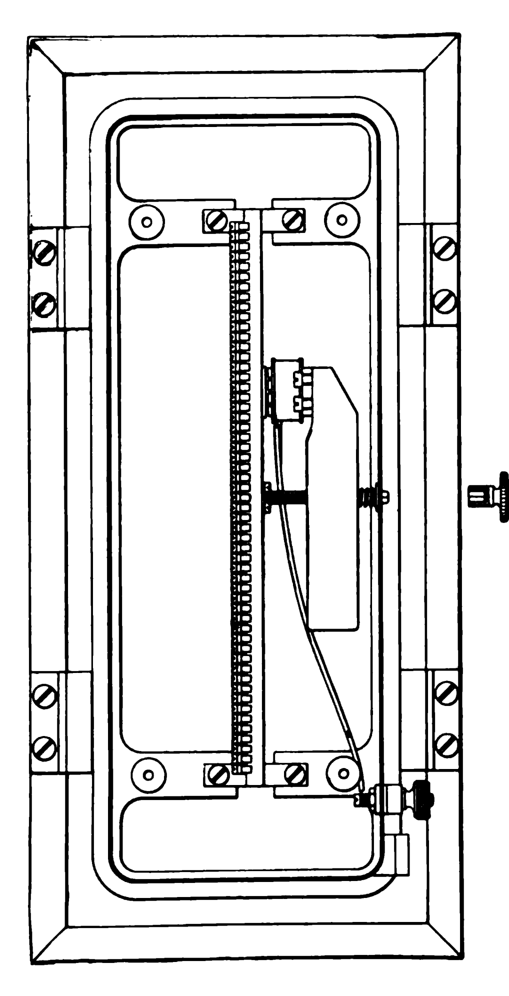


Abb. 6. **Empfänger, Schnitt.**
Mafsstab 1 : 3.

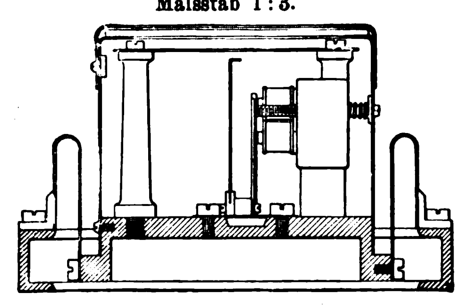
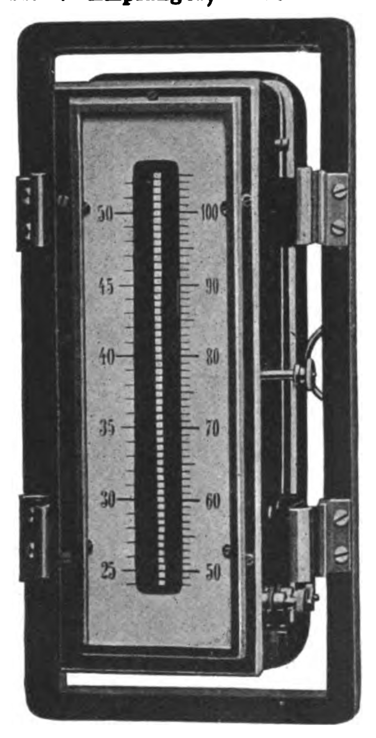
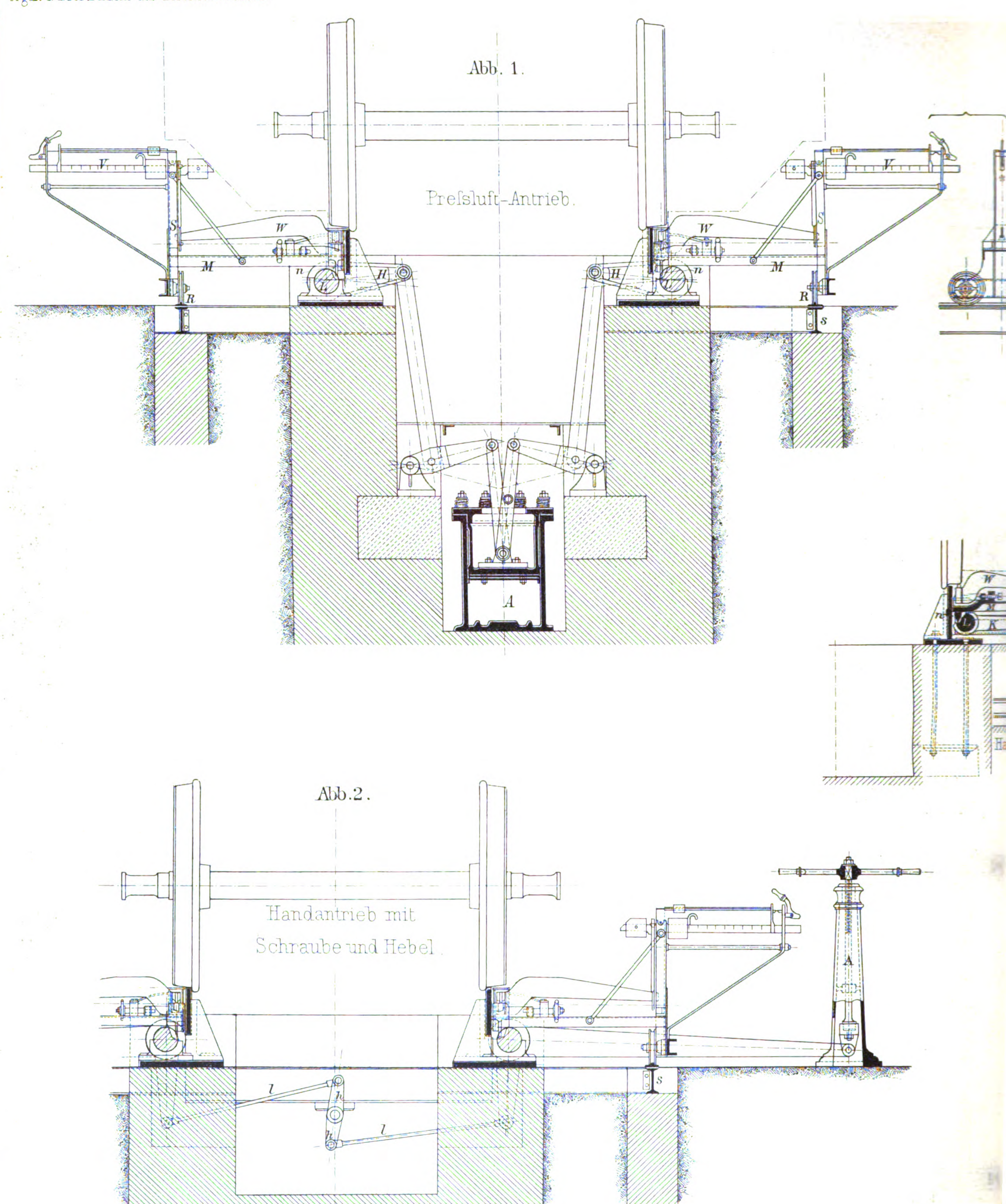


Abb. 7. **Empfänger, Aufsenansicht.**



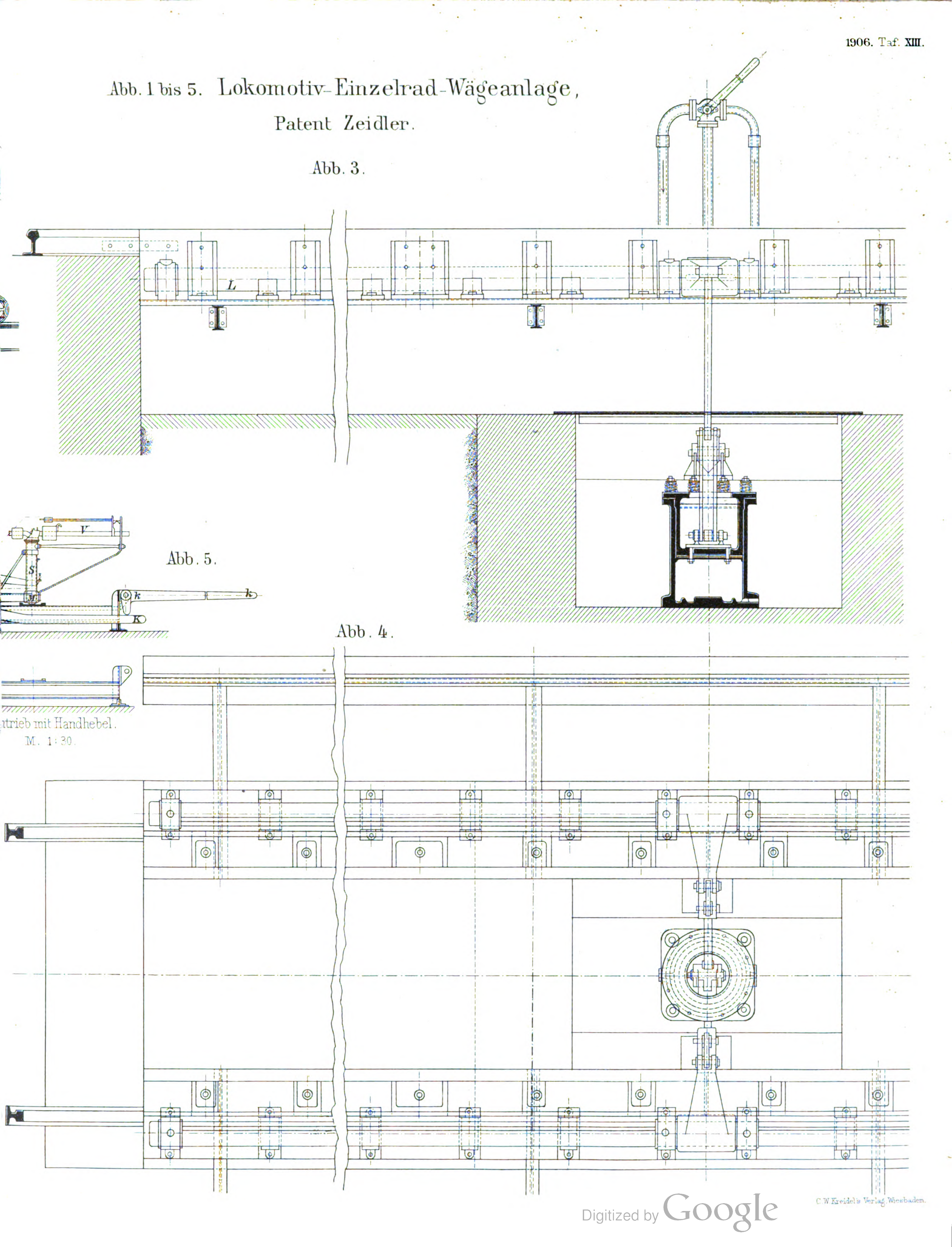

Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

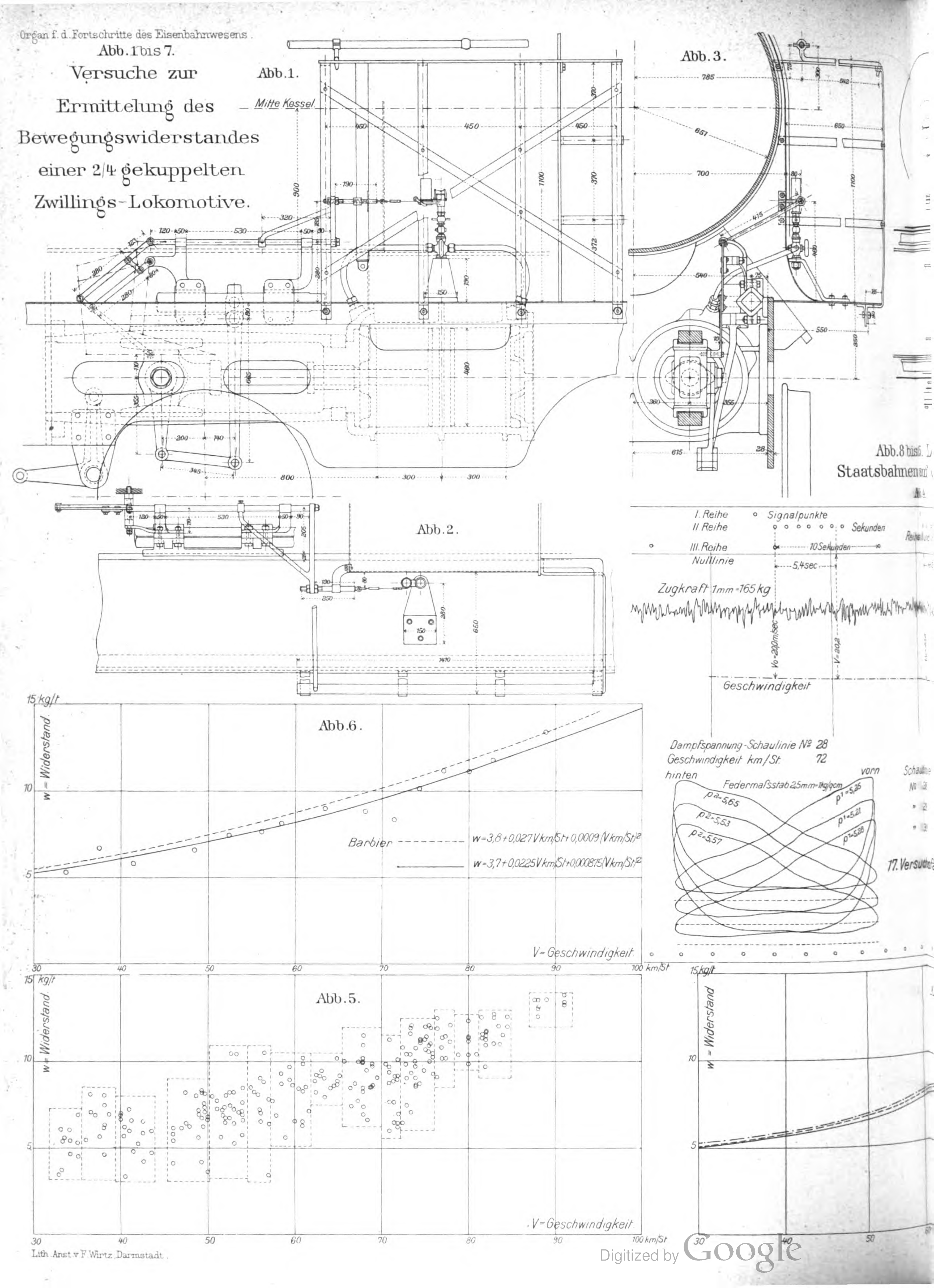
C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.



*Die doppelarmigen Hebel **h** mit Lenkstangen **l** dienen zur zwangläufigen Verbindung der beiden Daumenwellen und liegen an beiden Stirnwänden der Grube, die also in ihrer ganzen Länge im Querschnitt völlig frei ist.*

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.


Abb. 1 bis 5. Lokomotiv-Einzelrad-Wägeanlage,
Patent Zeidler.
Abb. 3.
L
Abb. 5.
V
S
k
k
K
Abb. 4.
...trieb mit Handhebel.
M. 1:30.
C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

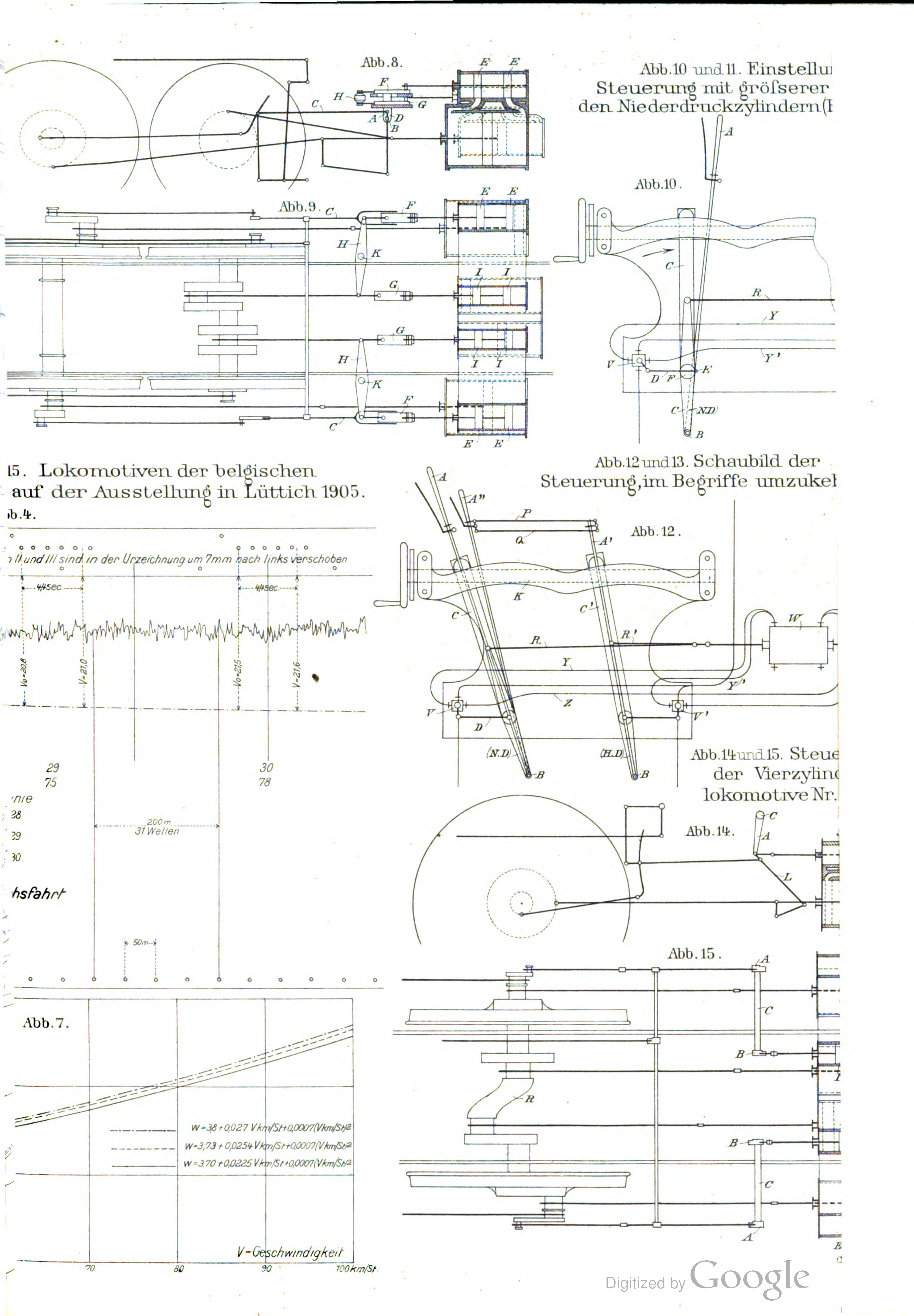


Abb. 8.
Abb. 9.
Abb. 10 und 11. Einstellu
Steuerung mit größerer
den Niederdruckzylindern (
Abb. 10.
15. Lokomotiven der belgischen
auf der Ausstellung in Lüttich 1905.
Abb. 12 und 13. Schaubild der
Steuerung, im Begriffe umzuke
Abb. 12.
Abb. 14 und 15. Steue
der Vierzylin
lokomotive Nr.
Abb. 14.
Abb. 15.
Abb. 7.
V = Geschwindigkeit

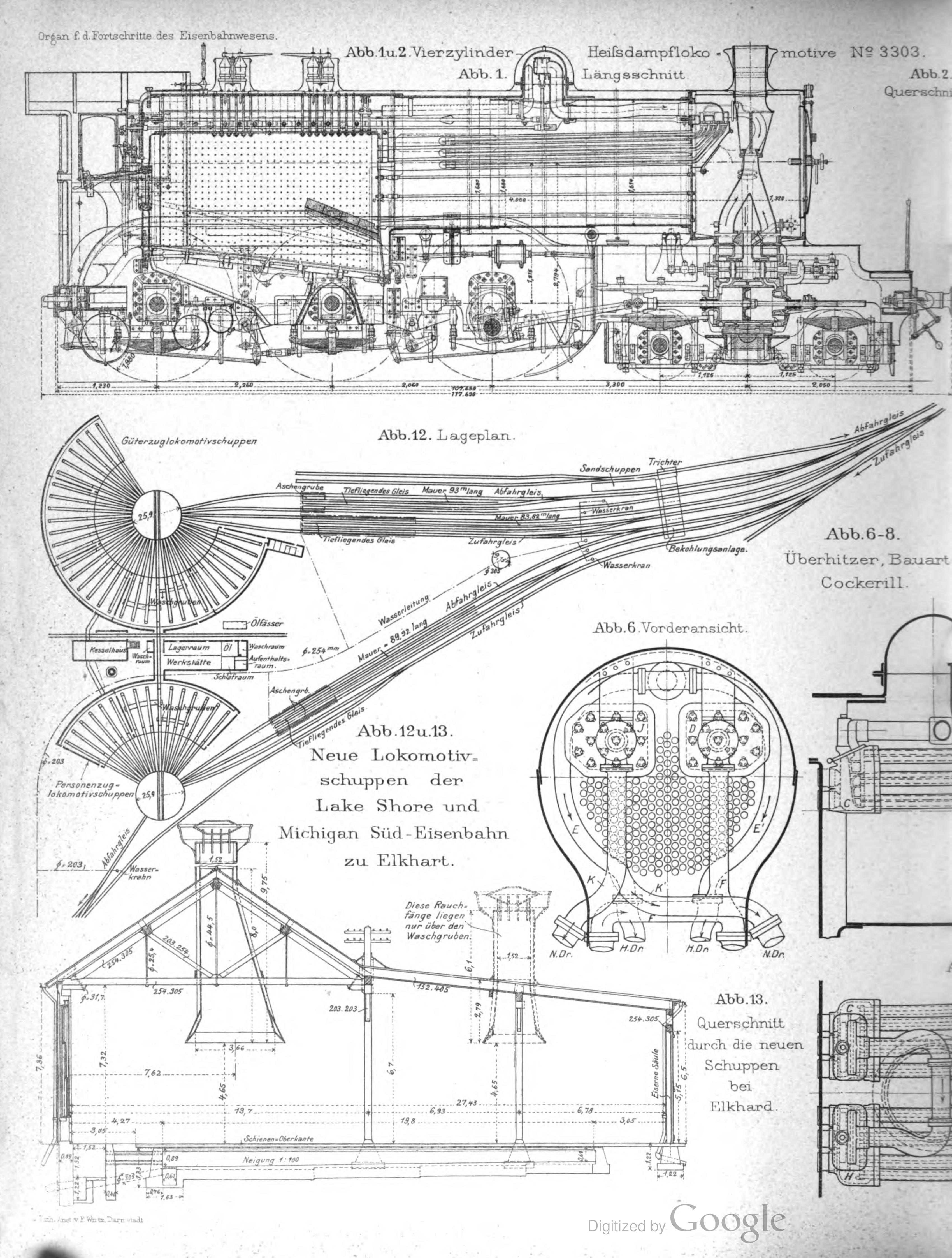


Abb. 12 u. 13. Neue Lokomotivschuppen der Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn zu Elkhart.

Abb. 13. Querschnitt durch die neuen Schuppen bei Elkhard.

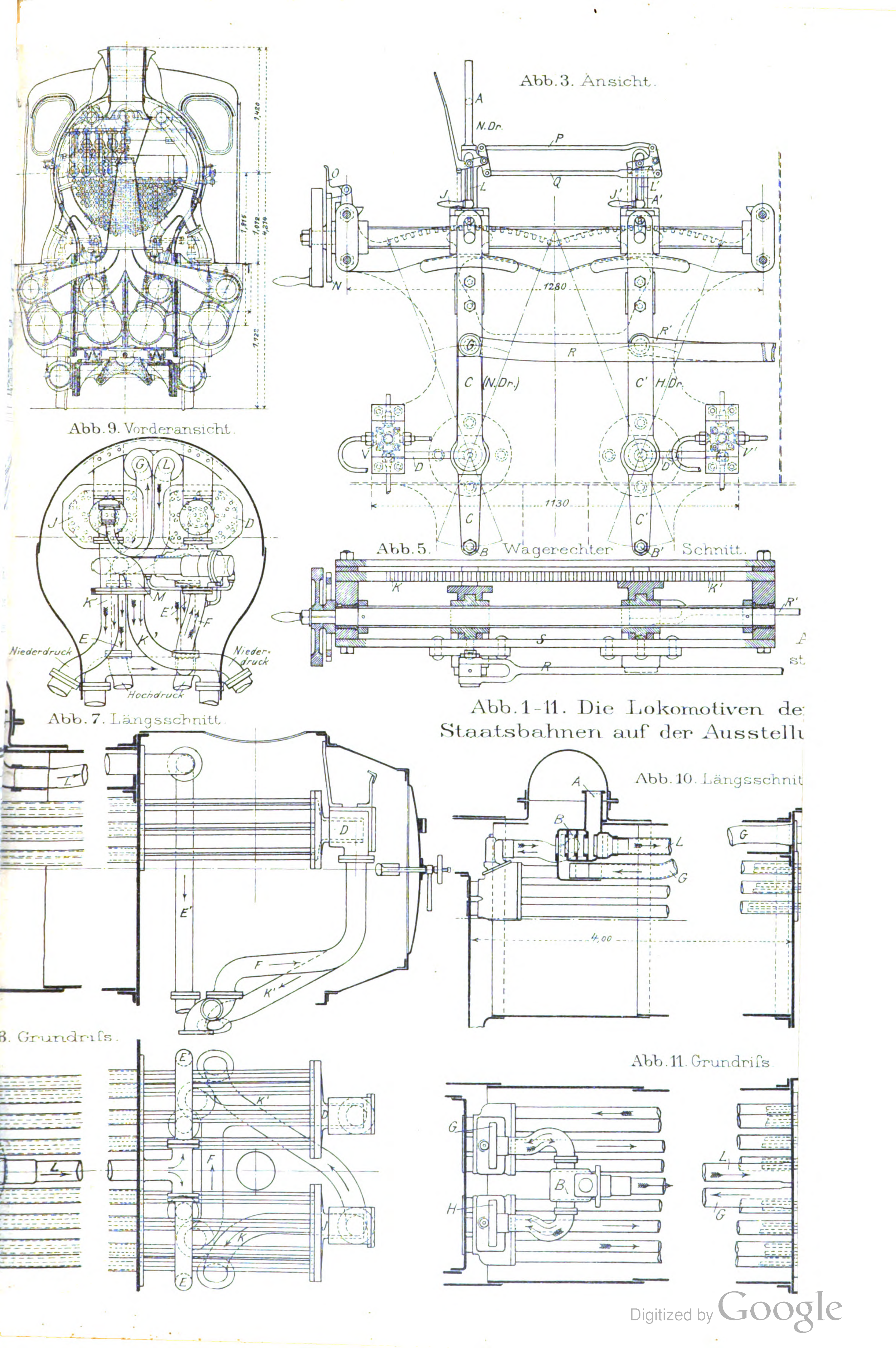
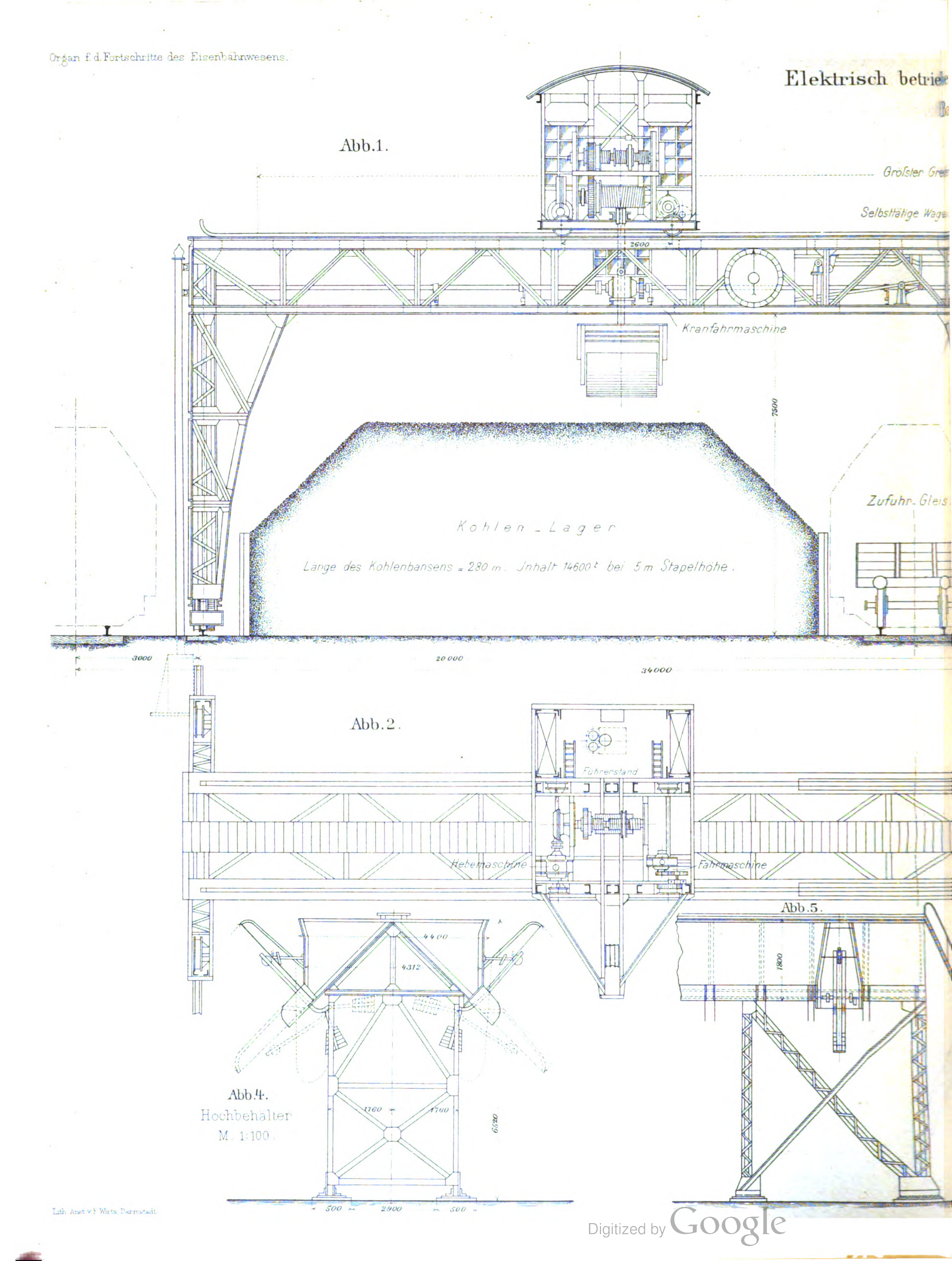
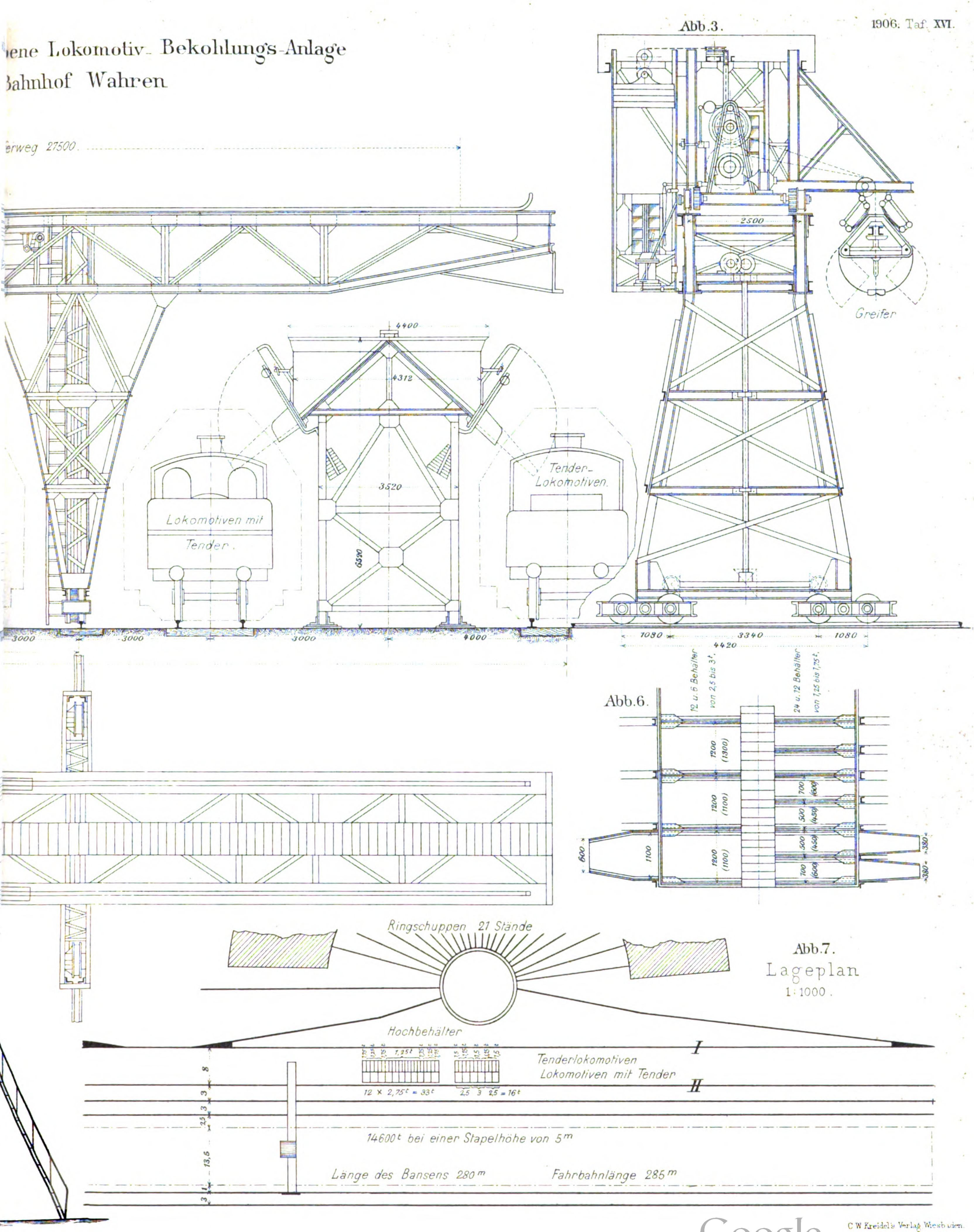
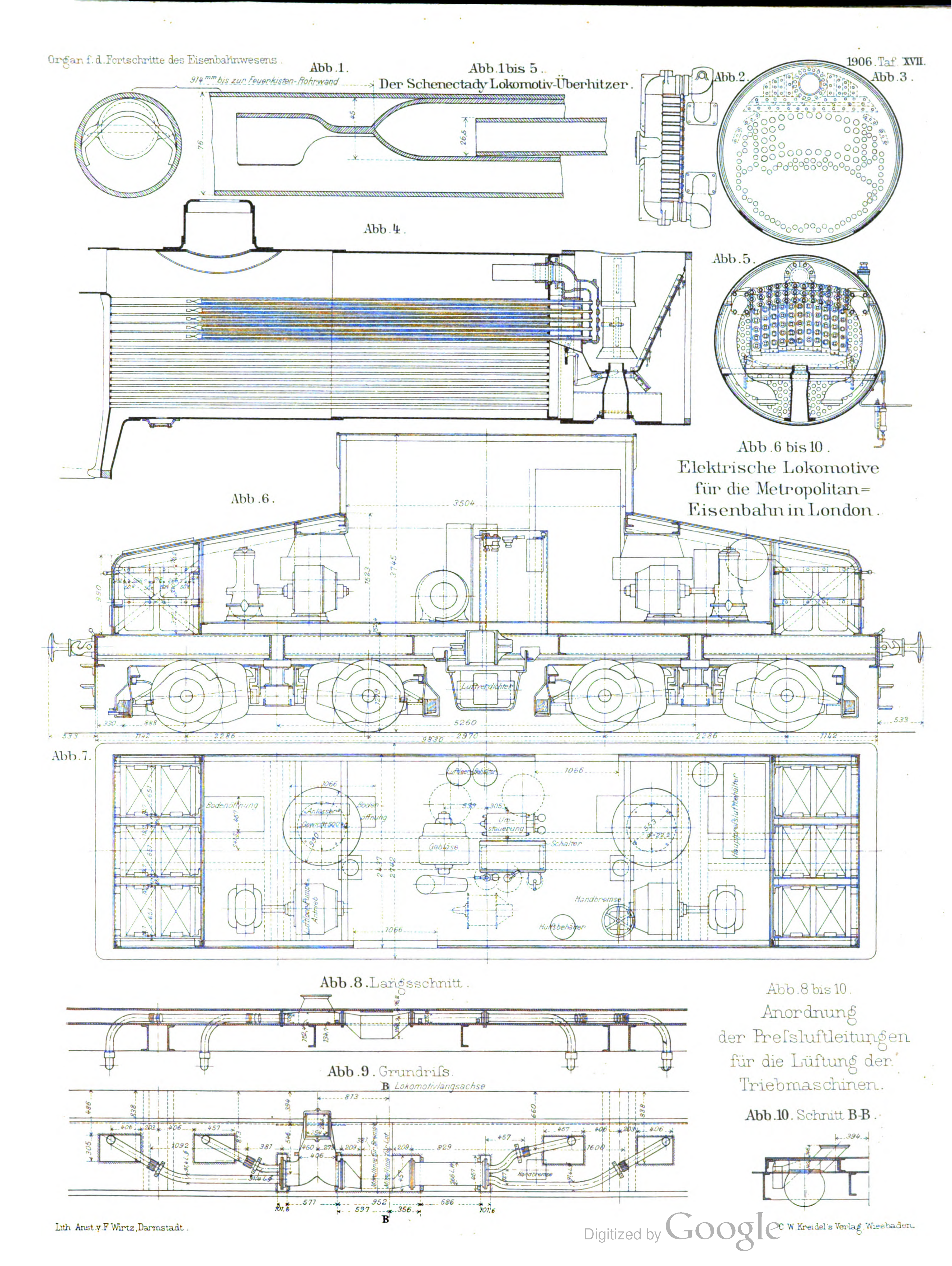


Abb. 1-11. Die Lokomotiven de
Staatsbahnen auf der Ausstellu

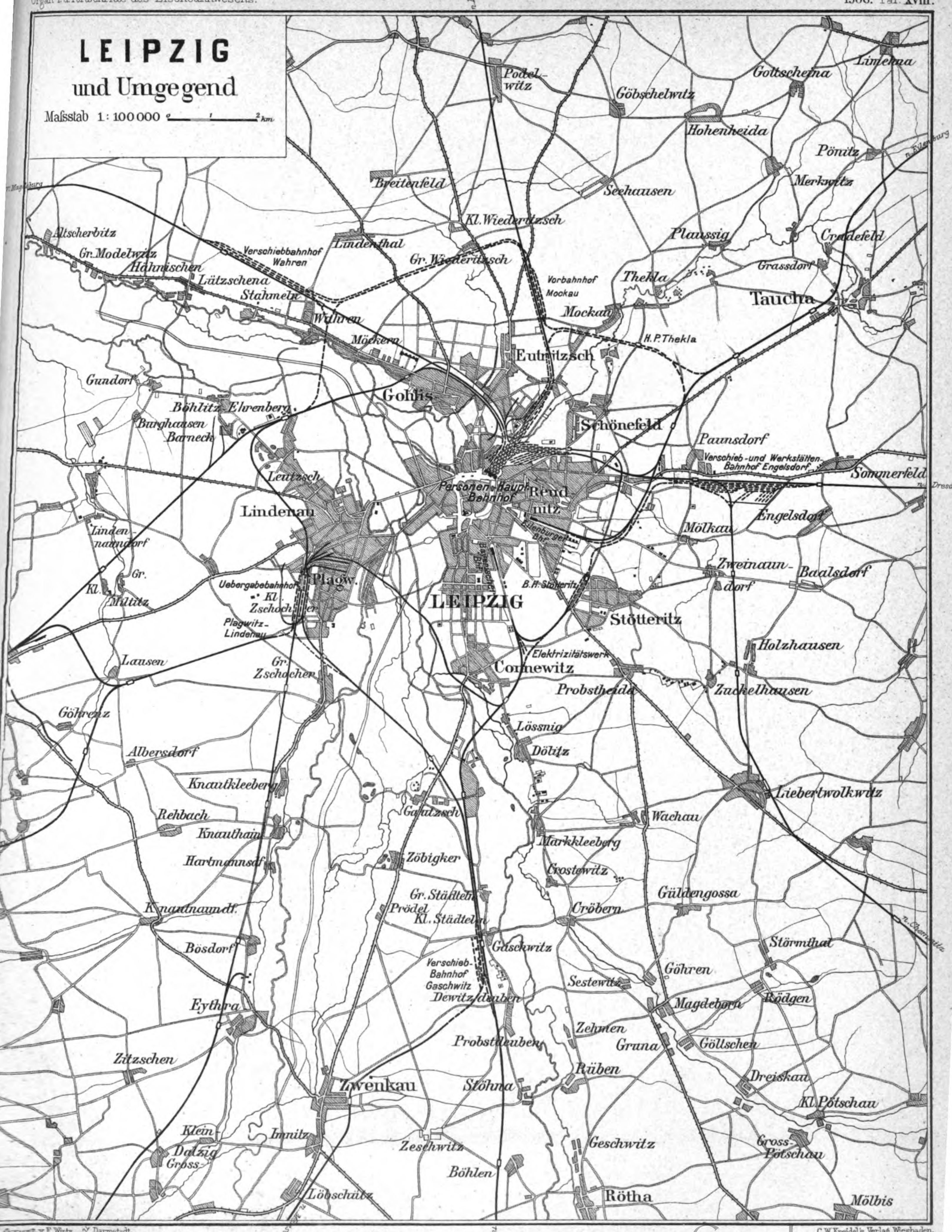

Elektrisch betrie
Abb. 1.
Größter Gre
Selbsttätige Wage
2600
Kranfahrmaschine
7500
Zufuhr-Gleis
Kohlen-Lager
Länge des Kohlenbansens = 280 m. Inhalt 14600 t bei 5 m Stapelhöhe.
3000
20000
34000
Abb. 2.
Führerstand
Hebemaschine
Fahrmaschine
Abb. 5.
1800
4400
4312
1760
1760
6520
Abb. 4.
Hochbehälter
M. 1:100.
500
2900
500
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.


LEIPZIG
und Umgegend
Maſsstab 1 : 100 000
Podelwitz
Göbschelwitz
Gottscheina
Lindenau
Hohenheida
Pönitz
Merkwitz
Breitenfeld
Seehausen
Kl. Wiederitzsch
Altscherbitz
Gr. Modelwitz
Hähnischen
Lützschena
Stahmeln
Verschiebbahnhof Wahren
Lindenthal
Gr. Wiederitzsch
Vorbahnhof Mockau
Plaussig
Cradefeld
Thekla
Grassdorf
Taucha
Mockau
Wahren
Möckern
H. P. Thekla
Eutritzsch
Gundorf
Gohlis
Böhlitz-Ehrenberg
Burghausen
Barneck
Schönefeld
Paunsdorf
Verschieb- und Werkstätten-Bahnhof Engelsdorf
Sommerfeld
Leutzsch
Personen-Haupt-Bahnhof
Reudnitz
Lindenau
Engelsdorf
Lindennaundorf
Mölkau
Zweinaundorf
Baalsdorf
Gr. Miltitz
Kl. Miltitz
Uebergabebahnhof
Kl. Zschocher
Plagw.
LEIPZIG
B. H. Stötteritz
Stötteritz
Plagwitz-Lindenau
Holzhausen
Lausen
Elektrizitätswerk
Gr. Zschocher
Connewitz
Probstheida
Zuckelhausen
Göhrenz
Lössnig
Albersdorf
Dölitz
Knautkleeberg
Liebertwolkwitz
Rehbach
Knauthain
Gautzsch
Wachau
Markkleeberg
Hartmannsdf.
Zöbigker
Crostewitz
Güldengossa
Gr. Städteln
Prödel
Kl. Städteln
Knautnaundf.
Cröbern
Störmthal
Bösdorf
Gaschwitz
Verschieb-Bahnhof Gaschwitz
Göhren
Sestewitz
Eythra
Dewitz
Magdeborn
Rödgen
Zehmen
Probstdeuben
Grana
Göllschen
Zitzschen
Rüben
Dreiskau
Zwenkau
Stöhna
Kl. Pötschau
Klein-Dalzig
Gross-
Imnitz
Zeschwitz
Gross-Pötschau
Geschwitz
Böhlen
Lobschütz
Rötha
Mölbis
n. Berlin
n. Eilenburg
n. Dresden
n. Chemnitz



ation.

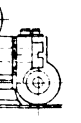
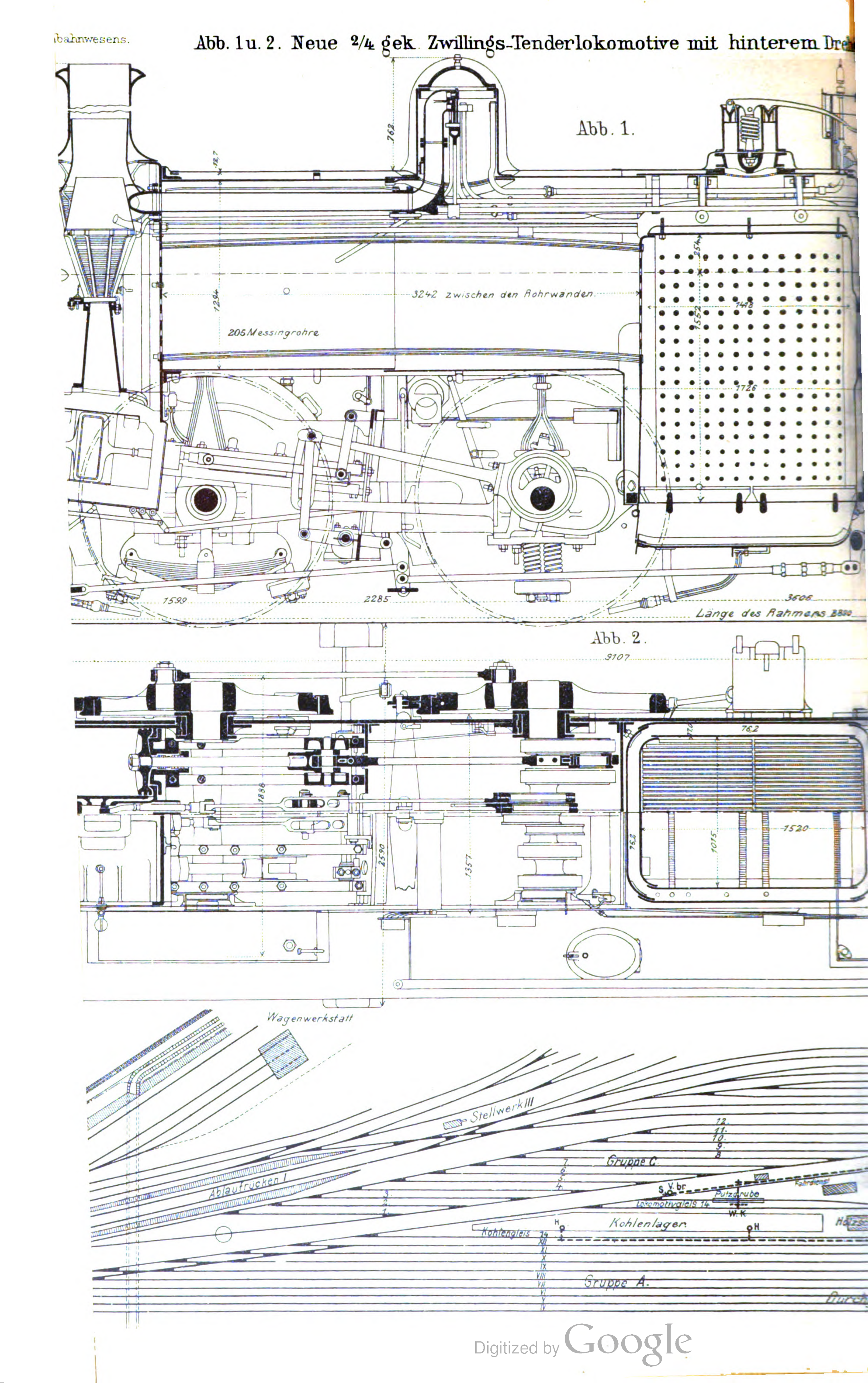
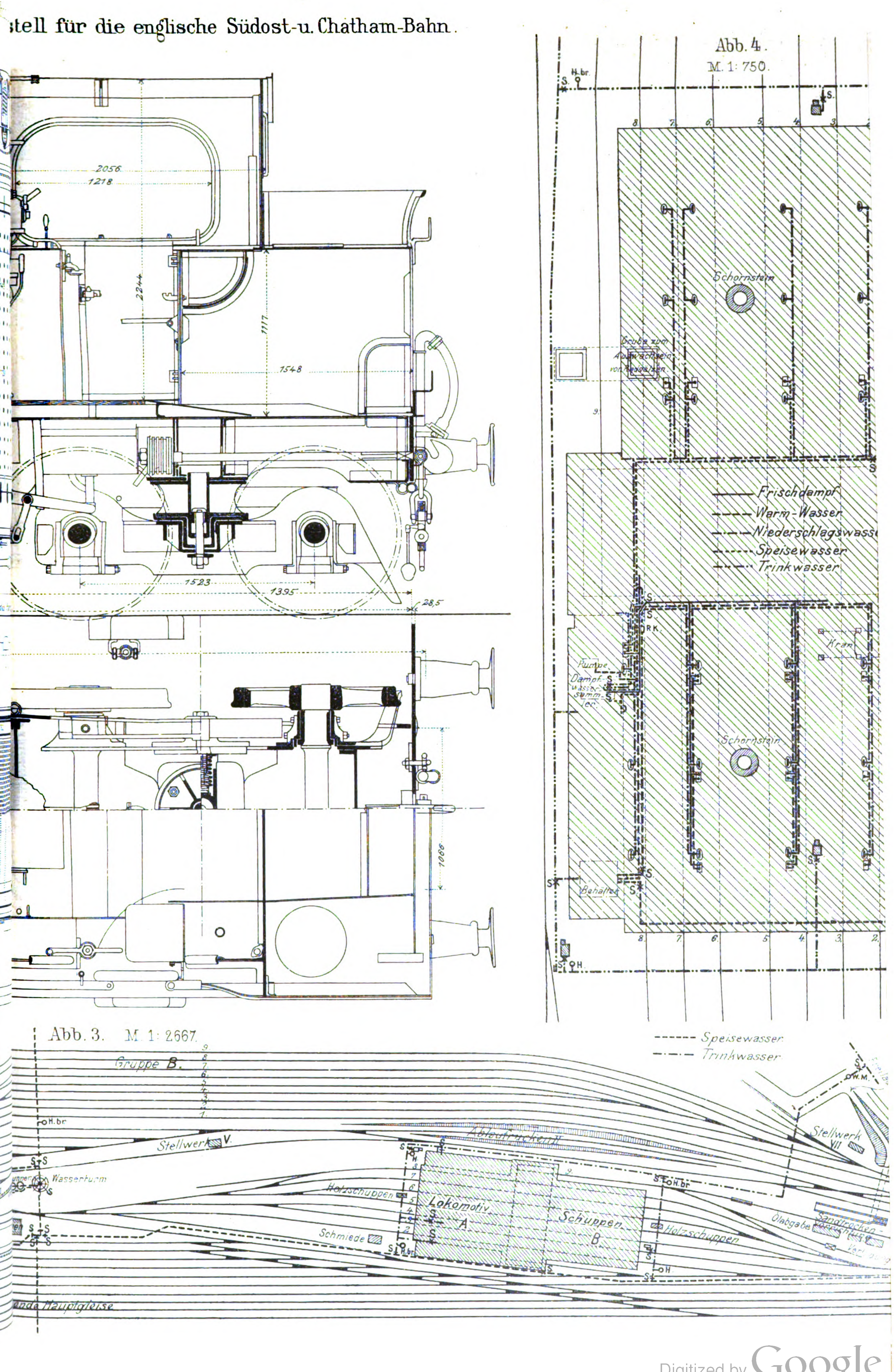


Abb. 1 u. 2. Neue 2/4 gek. Zwillings-Tenderlokomotive mit hinterem Dre



stell für die englische Südost-u. Chatham-Bahn.



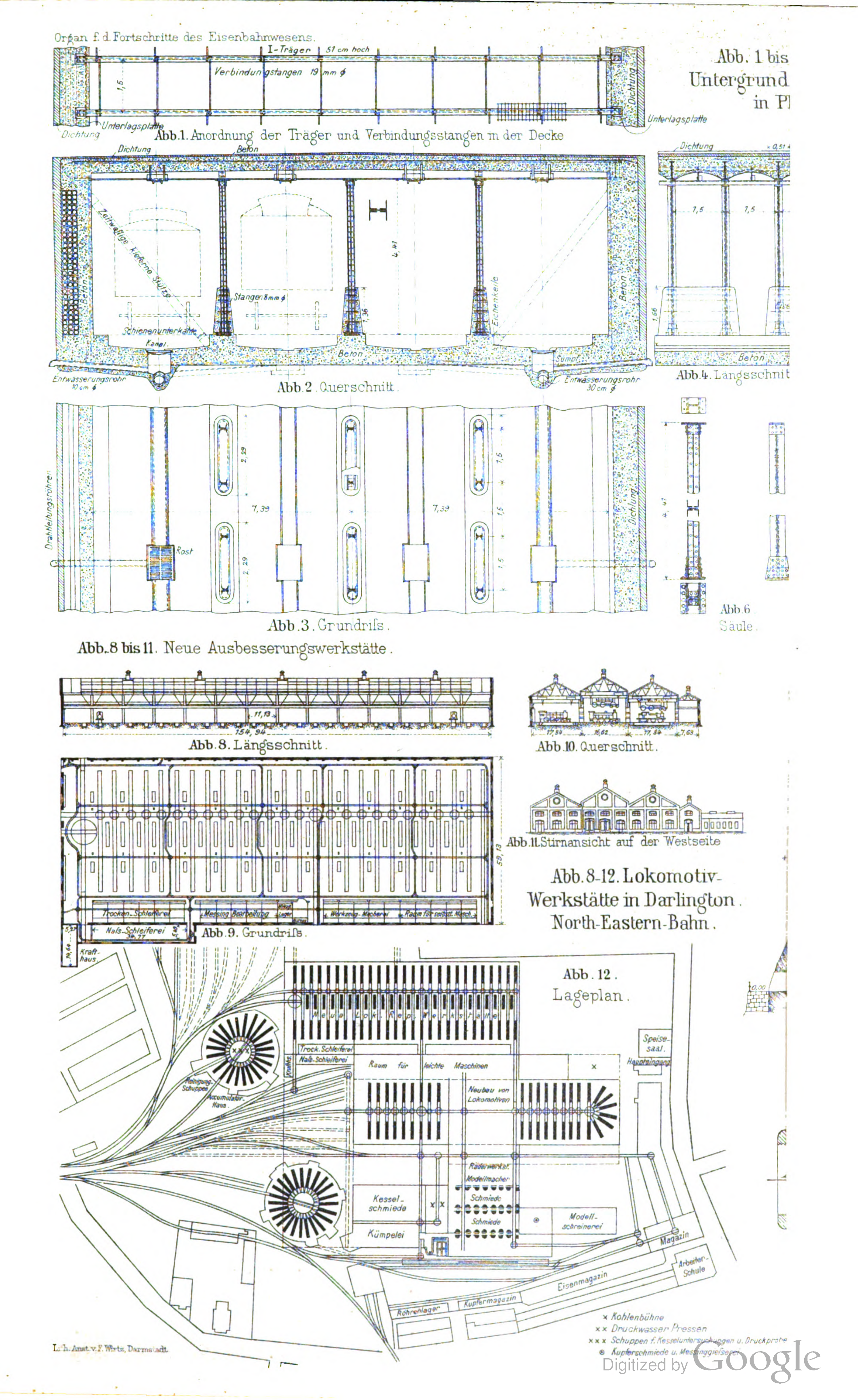


Abb. 1. Anordnung der Träger und Verbindungsstangen in der Decke

Abb. 2. Querschnitt.

Abb. 3. Grundrifs.

Abb. 4. Längsschnitt

Abb. 6. Säule.

Abb. 8 bis 11. Neue Ausbesserungswerkstätte.

Abb. 8. Längsschnitt.

Abb. 9. Grundrifs.

Abb. 10. Querschnitt.

Abb. 11. Stirnansicht auf der Westseite

Abb. 8-12. Lokomotiv-Werkstätte in Darlington. North-Eastern-Bahn.

Abb. 12. Lageplan.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

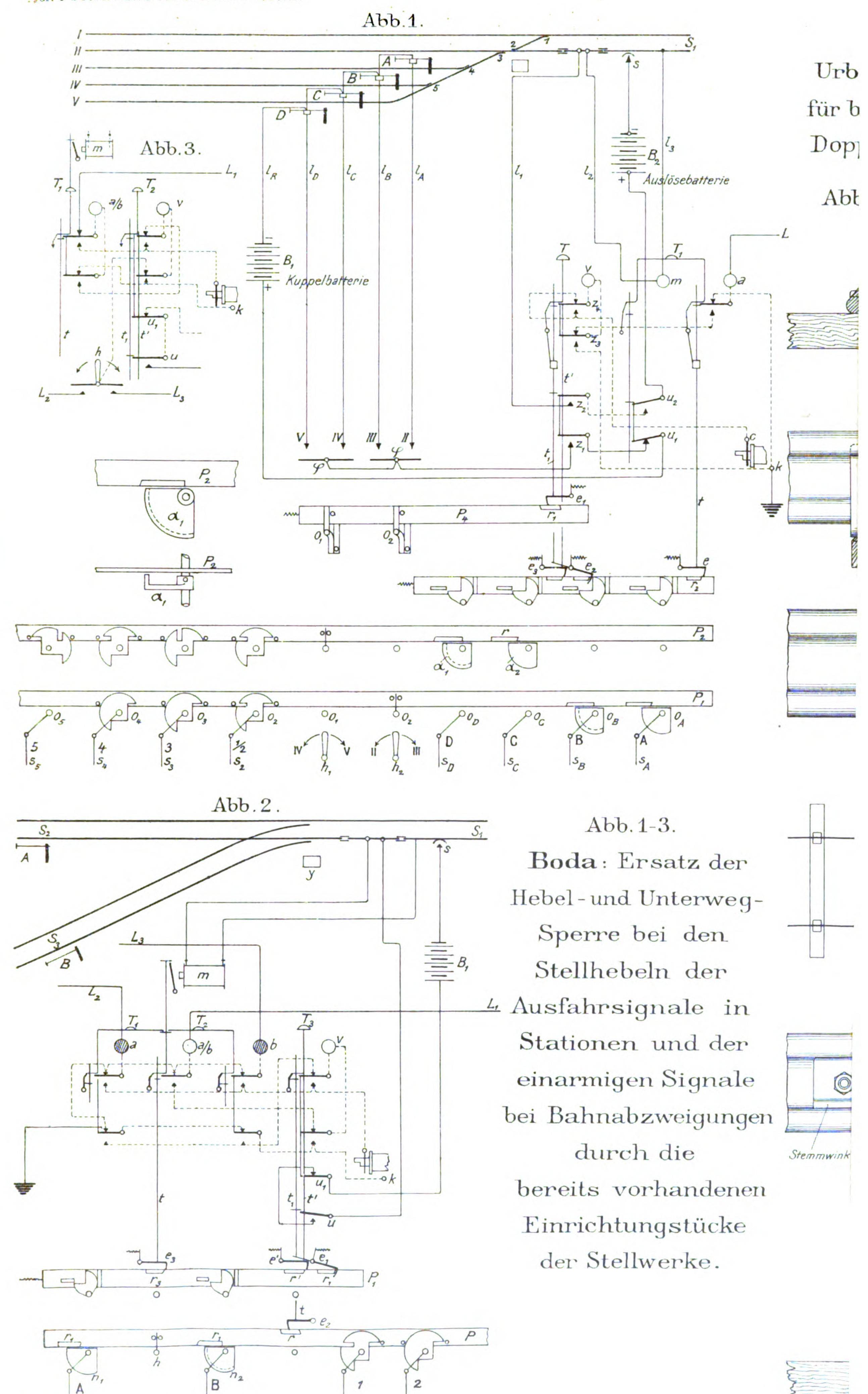
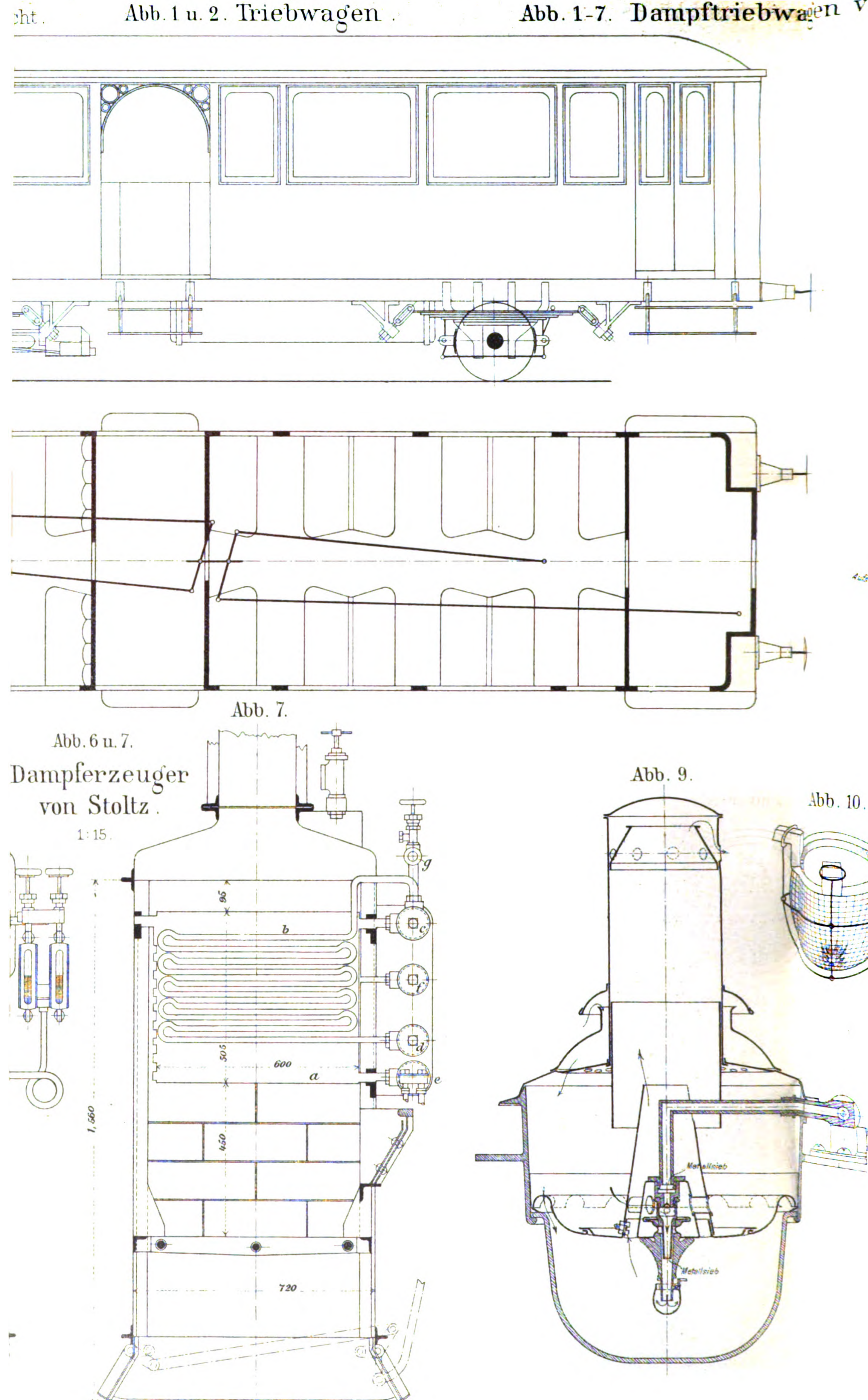


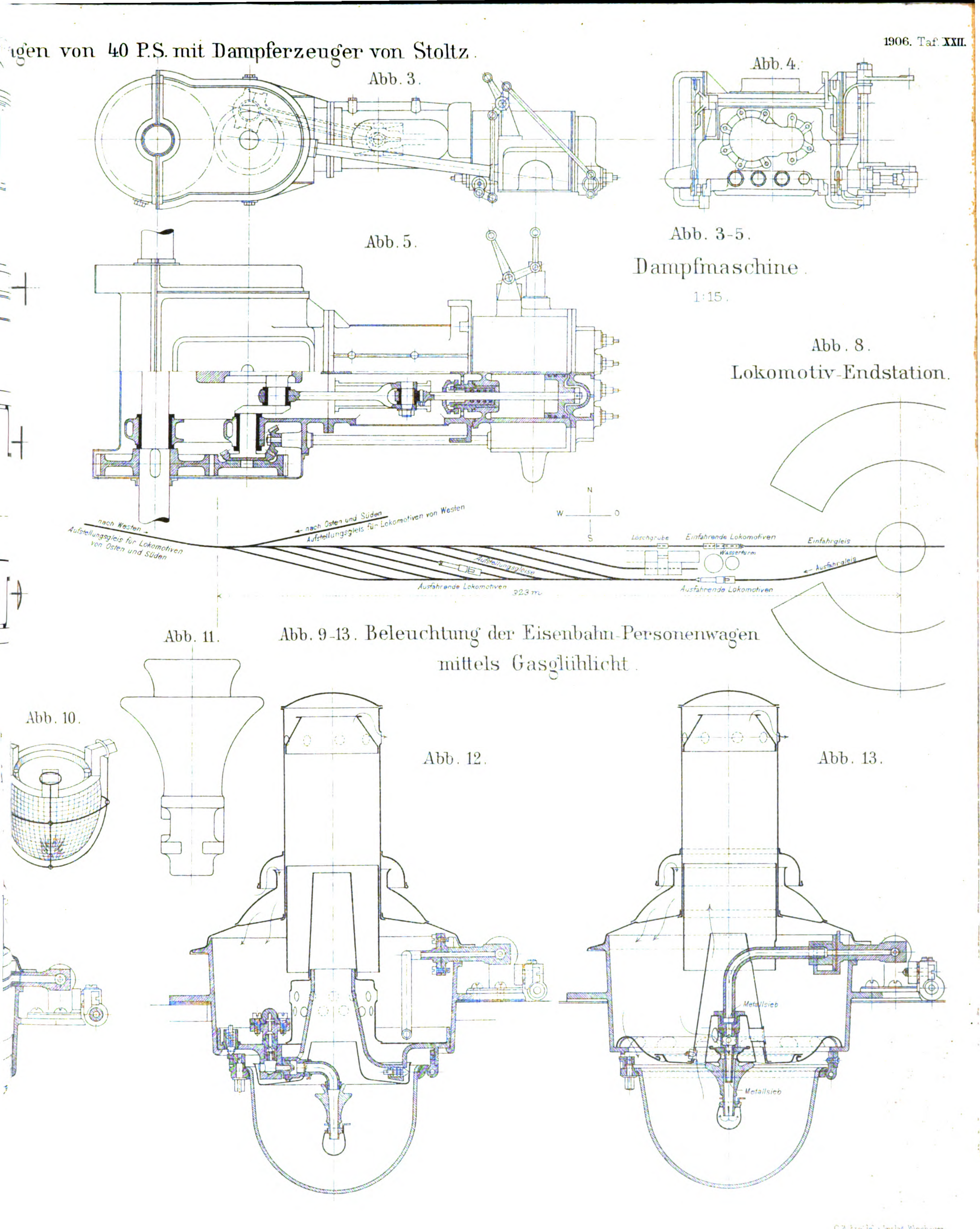
Abb. 1-3.

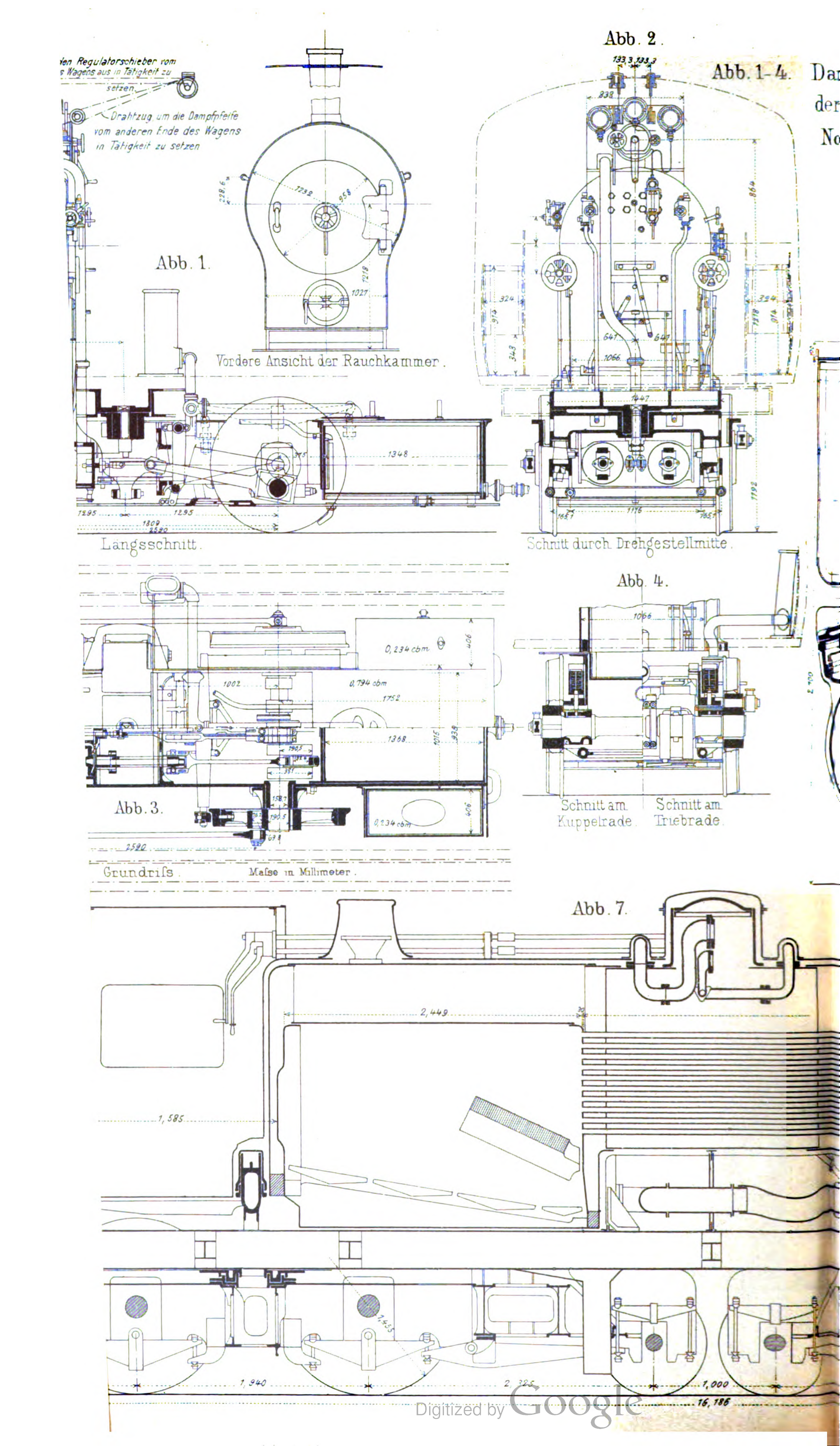
Boda: Ersatz der Hebel- und Unterweg-Sperre bei den Stellhebeln der Ausfahrsignale in Stationen und der einarmigen Signale bei Bahnabzweigungen durch die bereits vorhandenen Einrichtungstücke der Stellwerke.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.


:cht.
Abb. 1 u. 2. Triebwagen.
Abb. 1-7. Dampftriebwagen v
Abb. 7.
Abb. 6 u. 7.
Dampferzeuger
von Stoltz.
1:15.
95
b
c
f
d
505
600
a
e
g
1,560
450
720
Abb. 9.
Metallsieb
Metallsieb
Abb. 10.

…gen von 40 P.S. mit Dampferzeuger von Stoltz.




Abb. 1-4.
Abb. 1.
Abb. 2.
Abb. 3.
Abb. 4.
Abb. 7.
Drahtzug um die Dampfpfeife vom anderen Ende des Wagens in Tätigkeit zu setzen
Vordere Ansicht der Rauchkammer.
Längsschnitt.
Schnitt durch Drehgestellmitte.
Schnitt am Kuppelrade.
Schnitt am Triebrade.
Grundriß.
Maße in Millimeter.
0,234 cbm
0,794 cbm
0,134 cbm

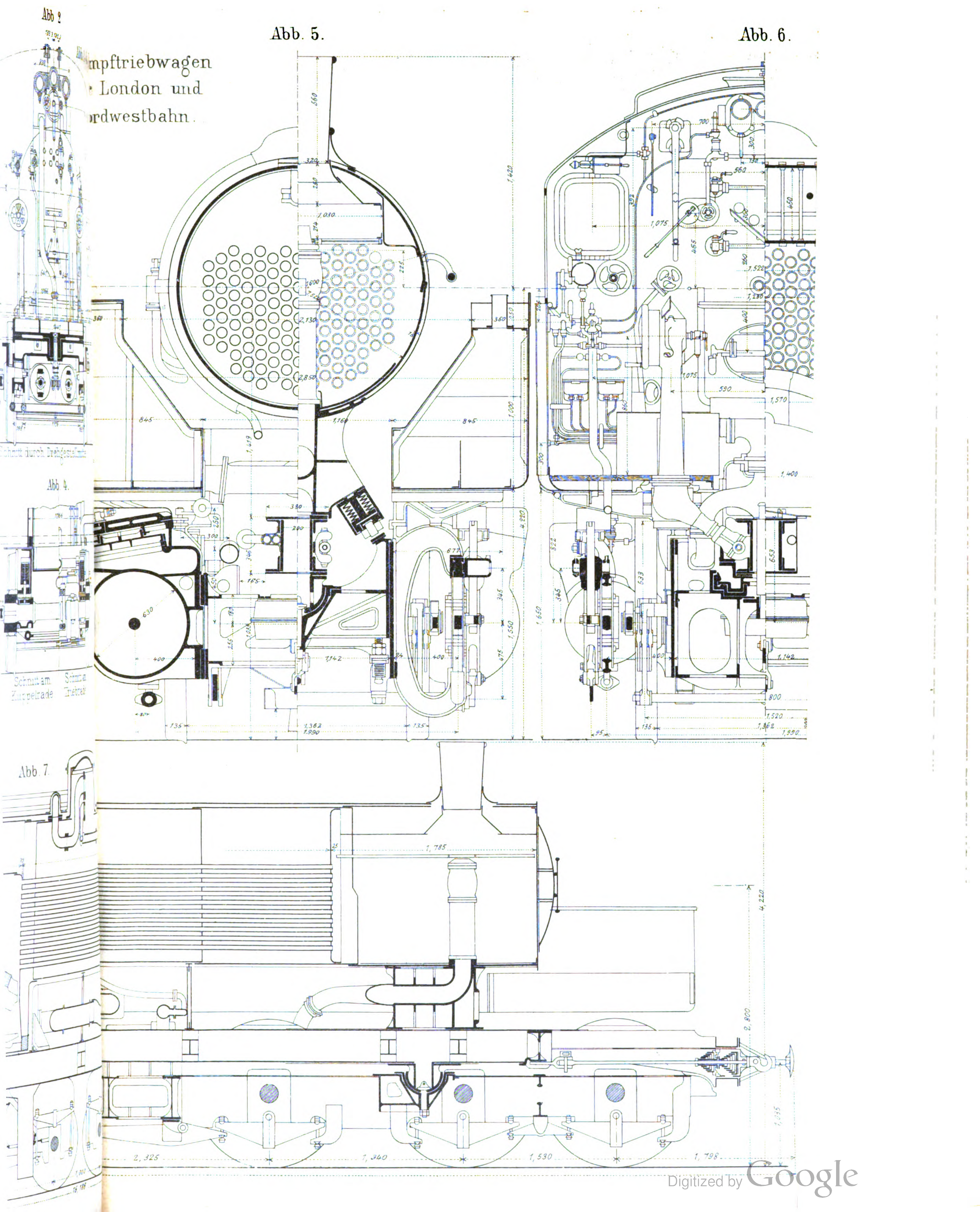

Abb. 5.
Abb. 6.
Abb. 4.
Abb. 7.
...mpftriebwagen
... London und
...rdwestbahn.
Schnitt am Kuppelrade
Schnitt ... Triebrad

Abb. 1.

Abb. 1. u. 2. Lokomotivprüfanlage in Swindon.

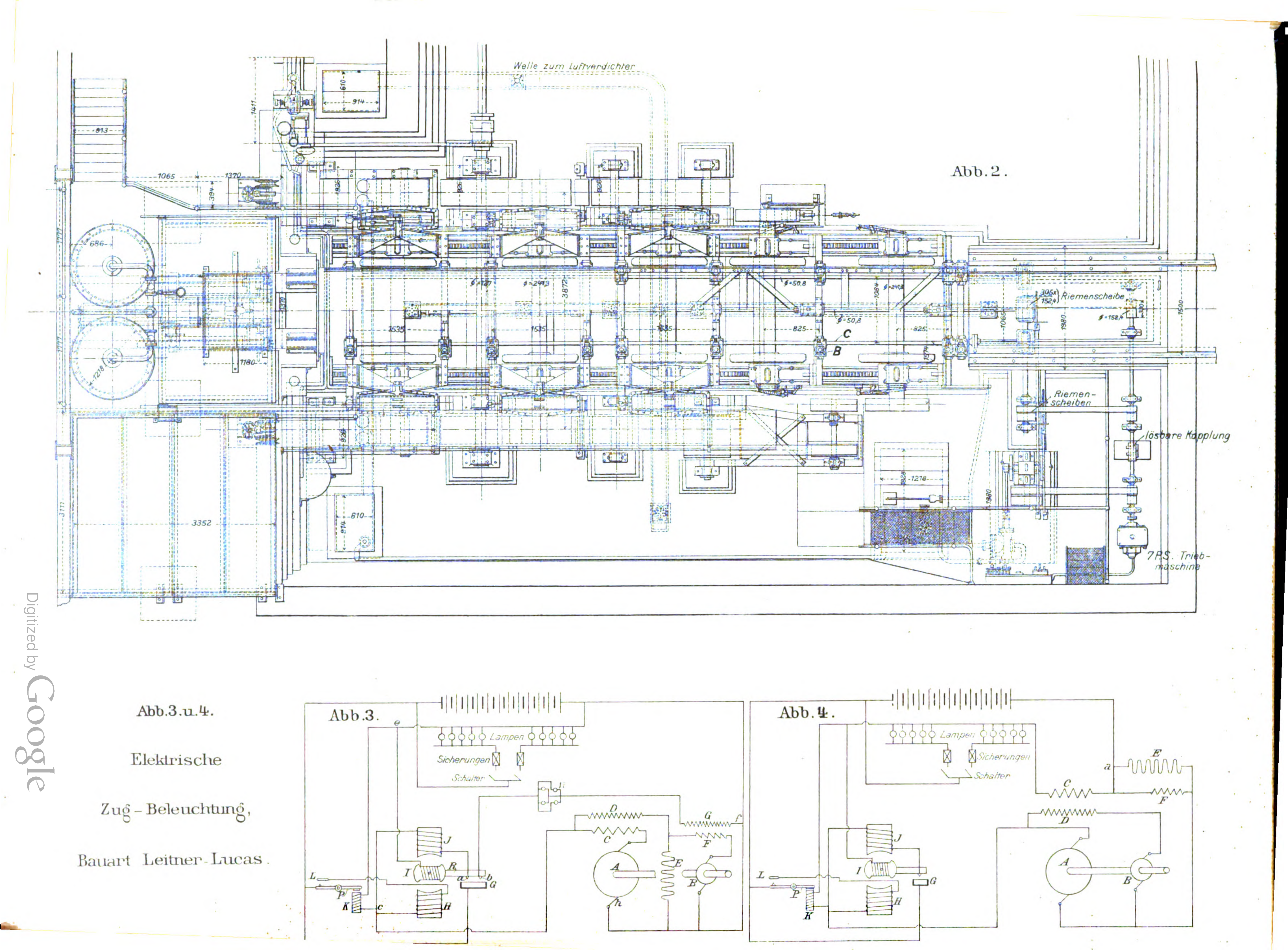


Abb. 3. u. 4. Elektrische Zug-Beleuchtung, Bauart Leitner-Lucas.

Abb. 1.

Abb. 1 u. 2. Lokomotivprüfanlage in Swindon.

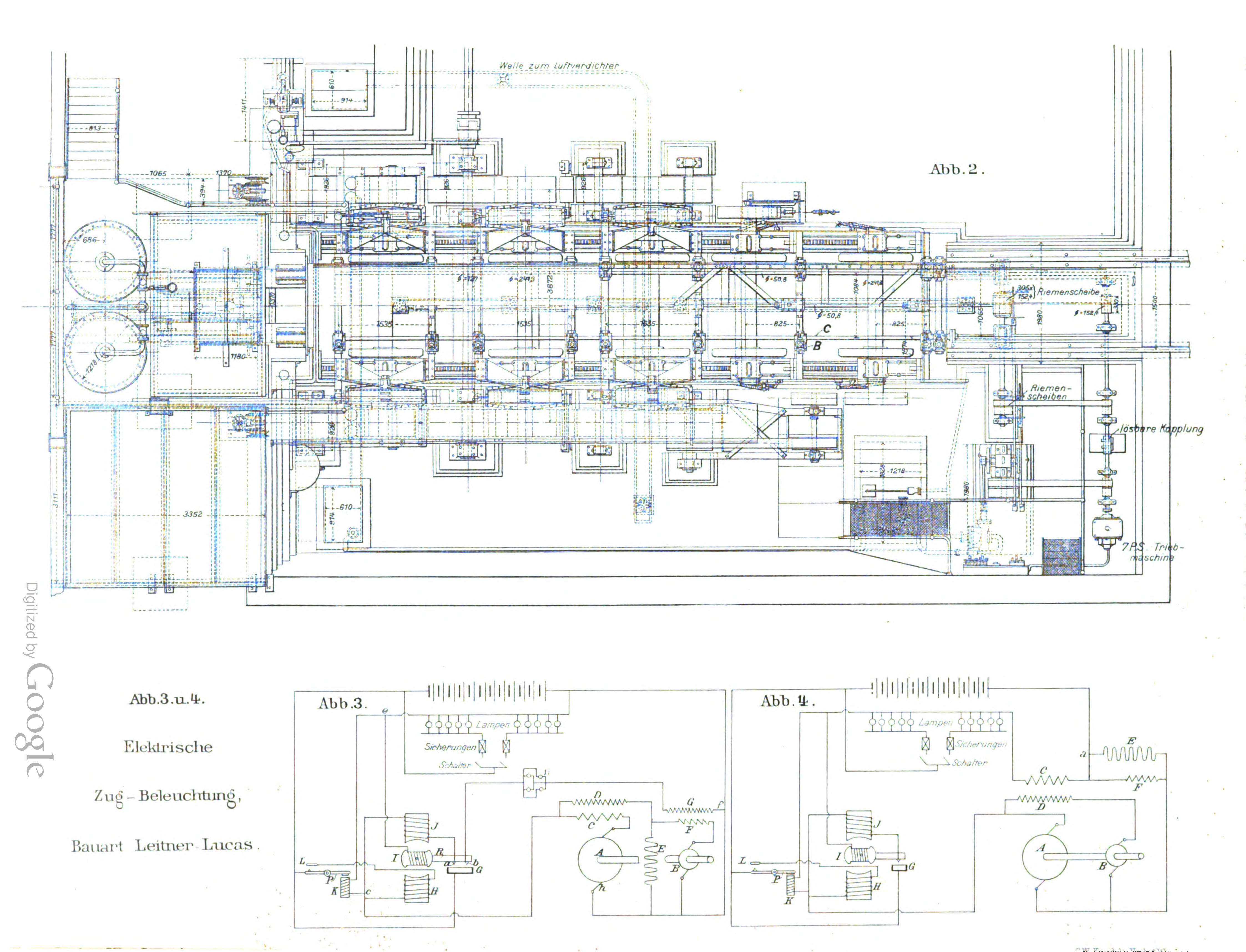


Abb. 3. u. 4. Elektrische Zug-Beleuchtung, Bauart Leitner-Lucas.

ıerung.

…ie Chamonixbahn.

Abb. 2.

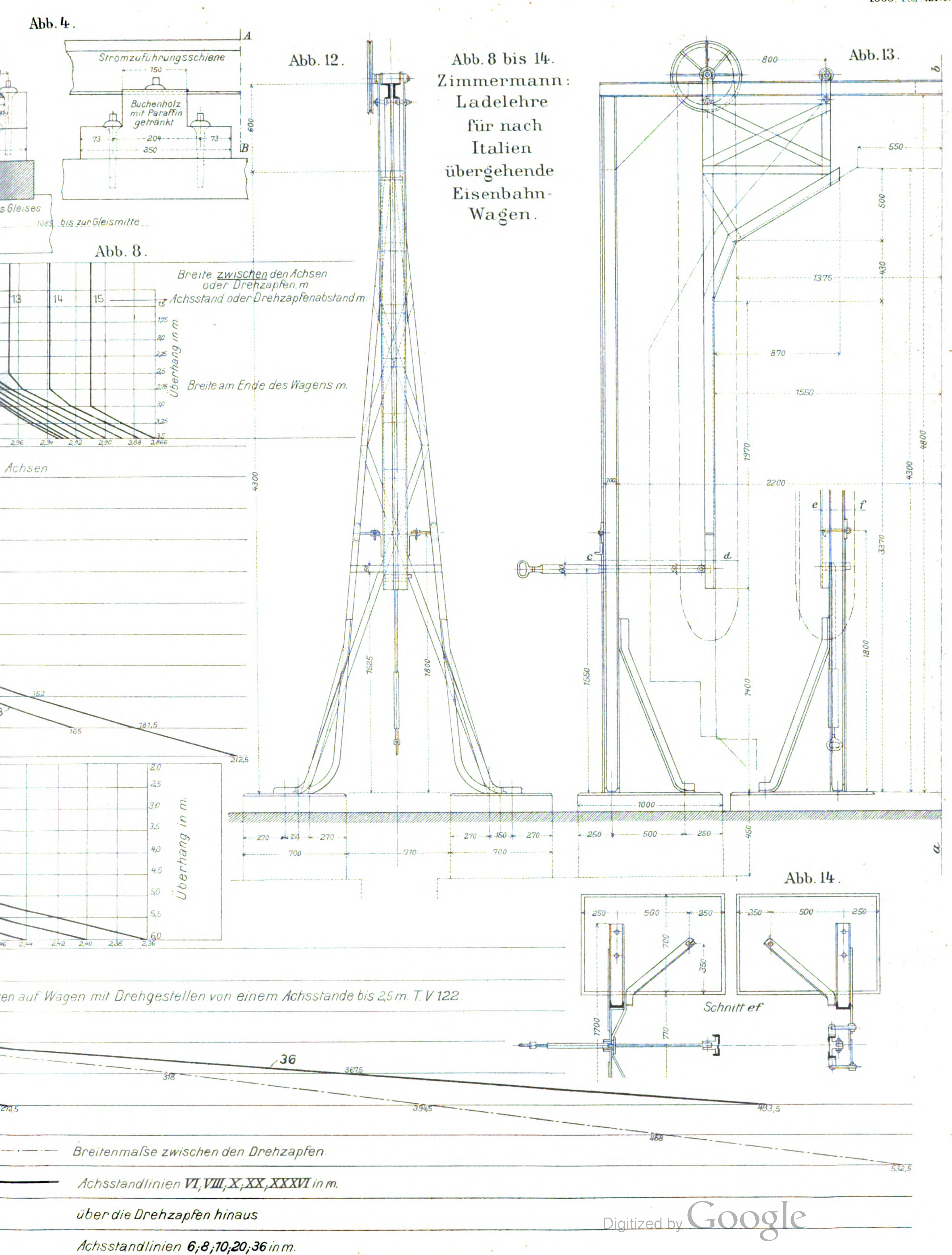
Nadelwehr mit Laufsteg
Nadelwehr mit Laufsteg
Wehr
Steg
A
B
Schützen
K
Wasserkanal
Oberwasserkanal
Wasser-Überfall
Reinigungsleitung
Überfall-leitung
Zufluss-
Wehr
Unterwasser
Kraftwerk der Eisenbahn
Eisenbahn

Abb. 3.

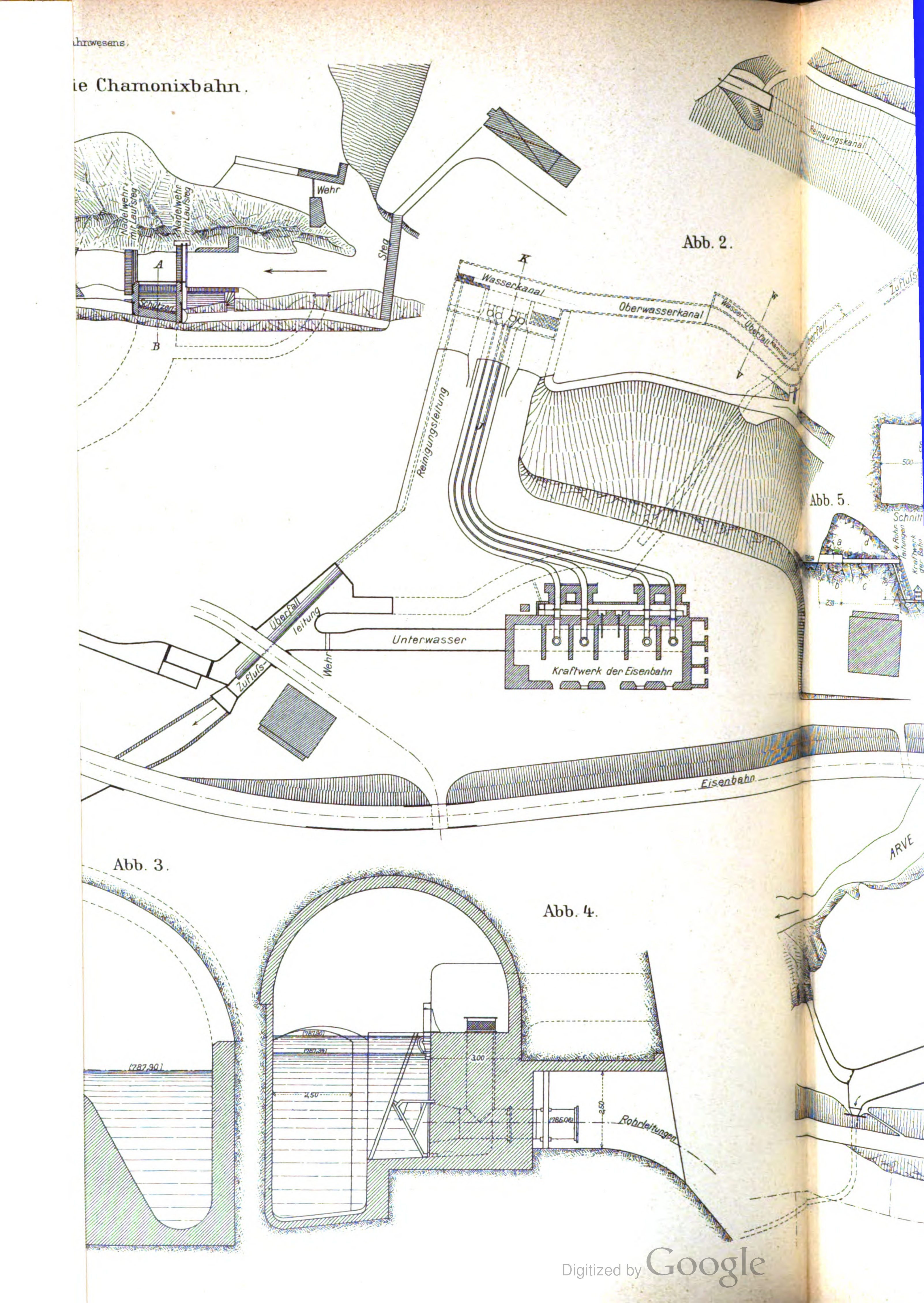
(787.90)

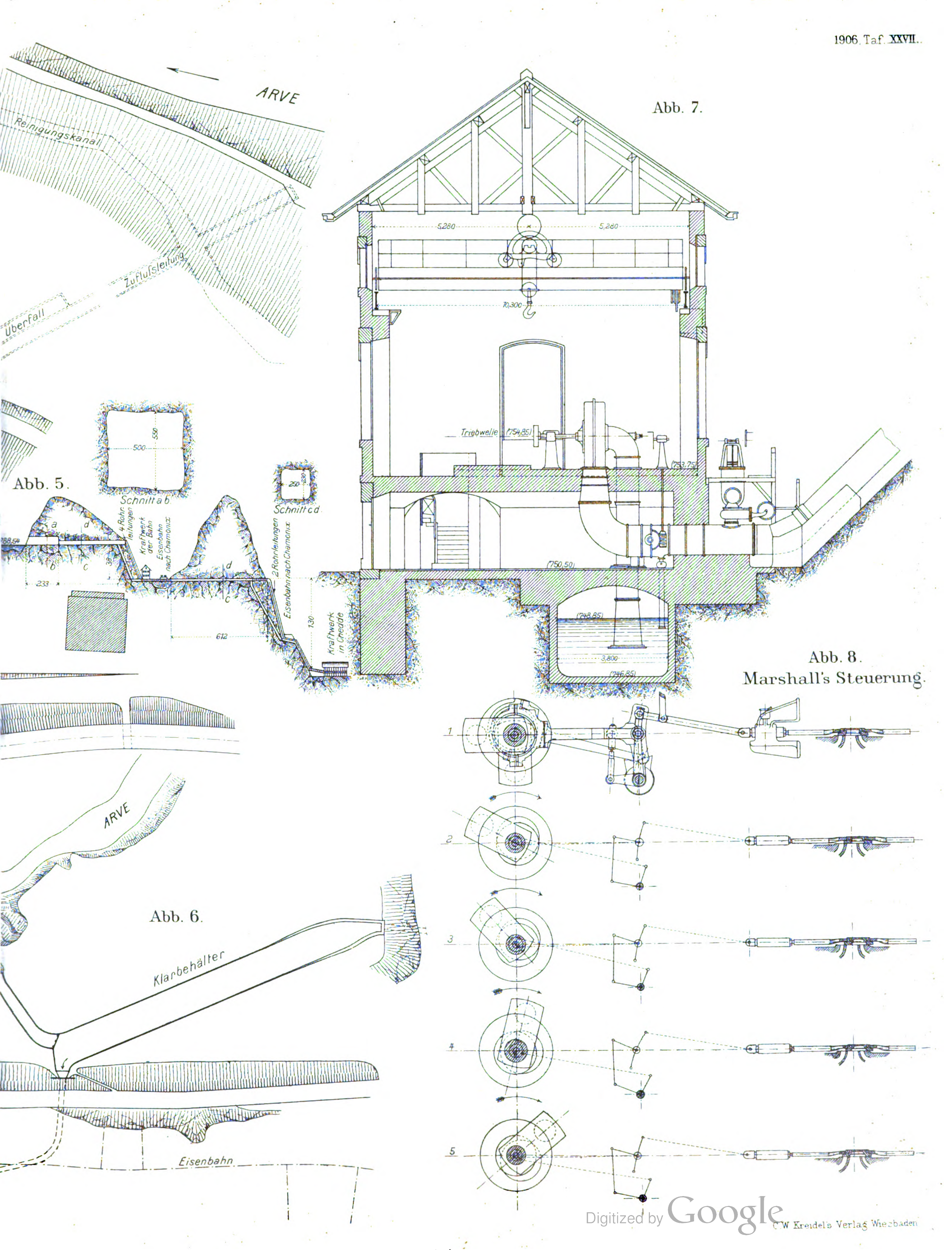
Abb. 4.

(787.90)
(787.34)
2.50
3.00
2.50
(786.06)
Rohrleitungen


Abb. 4.
Stromzuführungsschiene
Buchenholz mit Paraffin getränkt
bis zur Gleismitte
Abb. 8.
Breite zwischen den Achsen oder Drehzapfen. m
Achsstand oder Drehzapfenabstand m.
Überhang in m.
Breite am Ende des Wagens m.
Achsen
Überhang in m.
en auf Wagen mit Drehgestellen von einem Achsstande bis 2,5 m. T. V 122
Breitenmaße zwischen den Drehzapfen.
Achsstandlinien VI; VIII; X; XX; XXXVI in m.
über die Drehzapfen hinaus
Achsstandlinien 6; 8; 10; 20; 36 in m.
Abb. 12.
Abb. 8 bis 14.
Zimmermann: Ladelehre für nach Italien übergehende Eisenbahn-Wagen.
Abb. 13.
Abb. 14.
Schnitt ef

…ie Chamonixbahn.





C.W. Kreidel's Verlag Wiesbaden

Verlag Wiesbaden.

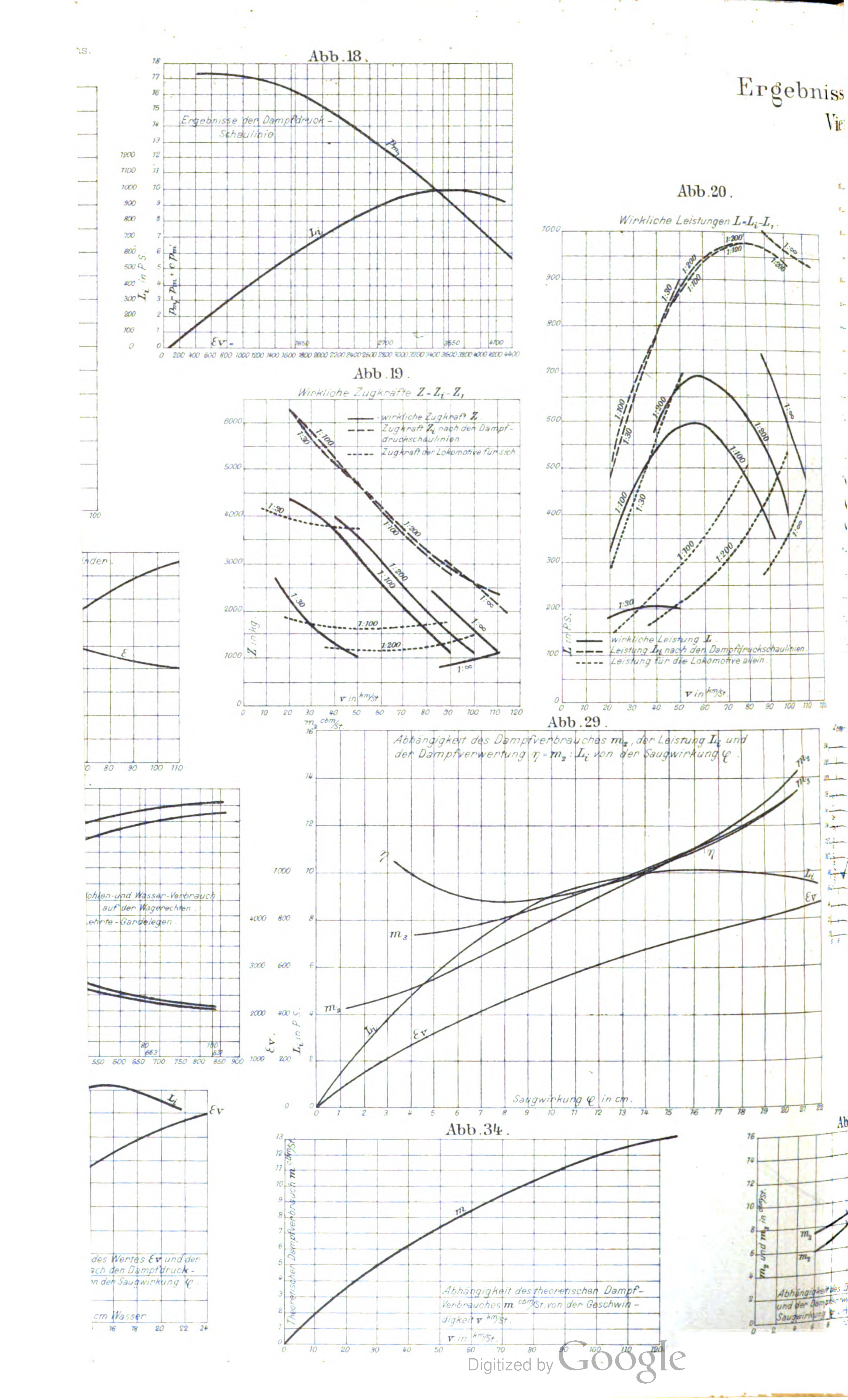
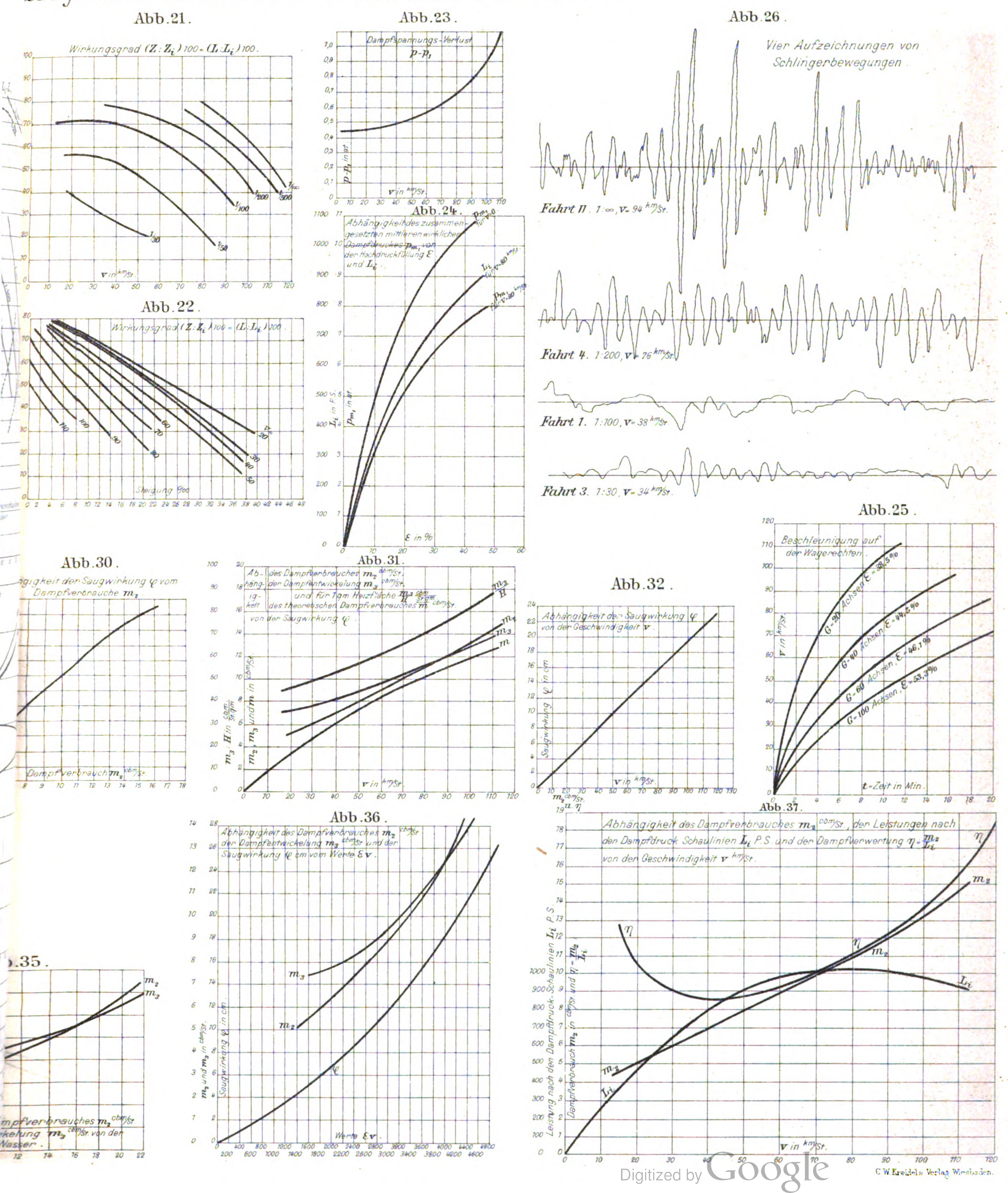
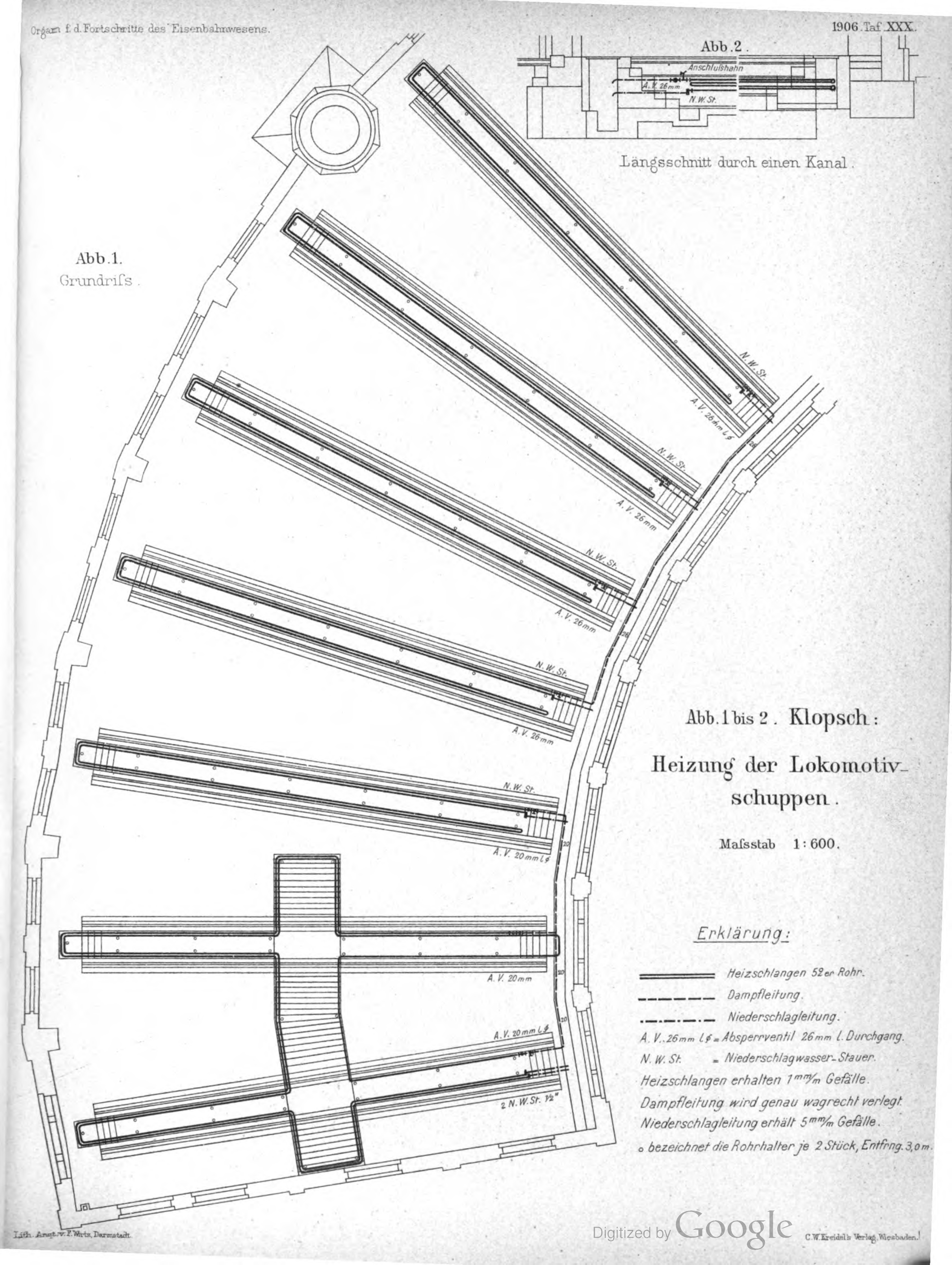
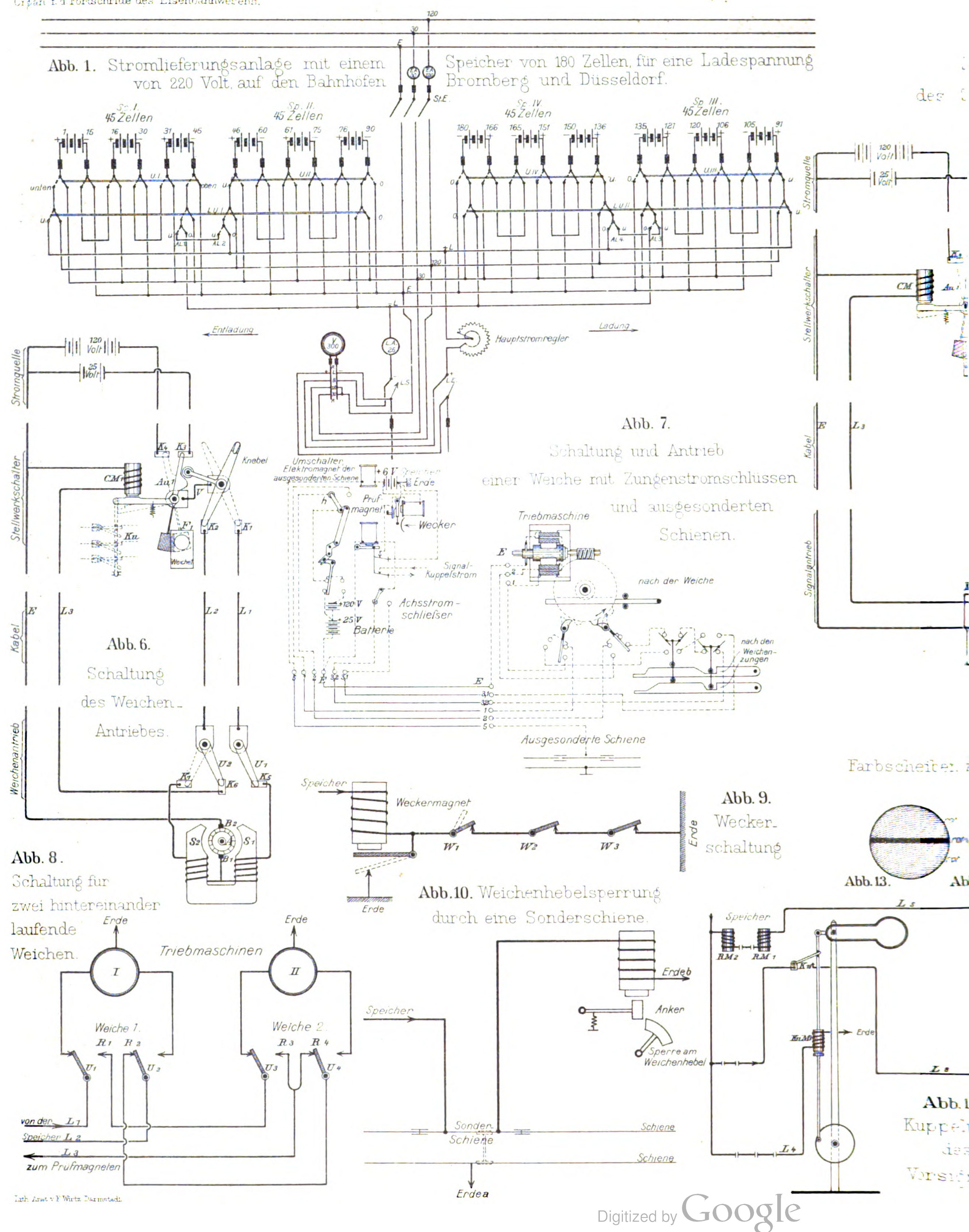


Abb. 18.
Ergebnisse der Dampfdruck-Schaulinie
Abb. 19.
Wirkliche Zugkräfte Z - Z_i - Z_1
wirkliche Zugkraft Z
Zugkraft Z_i nach den Dampfdruckschaulinien
Zugkraft der Lokomotive für sich
Z in kg.
Abb. 20.
Wirkliche Leistungen L - L_i - L_1
wirkliche Leistung L
Leistung L_i nach den Dampfdruckschaulinien
Leistung für die Lokomotive allein
L in P.S.
Abb. 29.
Abhängigkeit des Dampfverbrauches m_2, der Leistung L_i und der Dampfverwertung η = m_2 : L_i von der Saugwirkung φ.
Saugwirkung φ in cm.
L_i in P.S.
Abb. 34.
Abhängigkeit des theoretischen Dampf-Verbrauches m cbm/St. von der Geschwindigkeit v km/St.
Theoretischen Dampfverbrauch m cbm/St.
Ergebniss

...se der Versuchsfahrten mit einer 2/5 gekuppelten
...erzylinder-Lokomotive Grafenstadener Bauart.

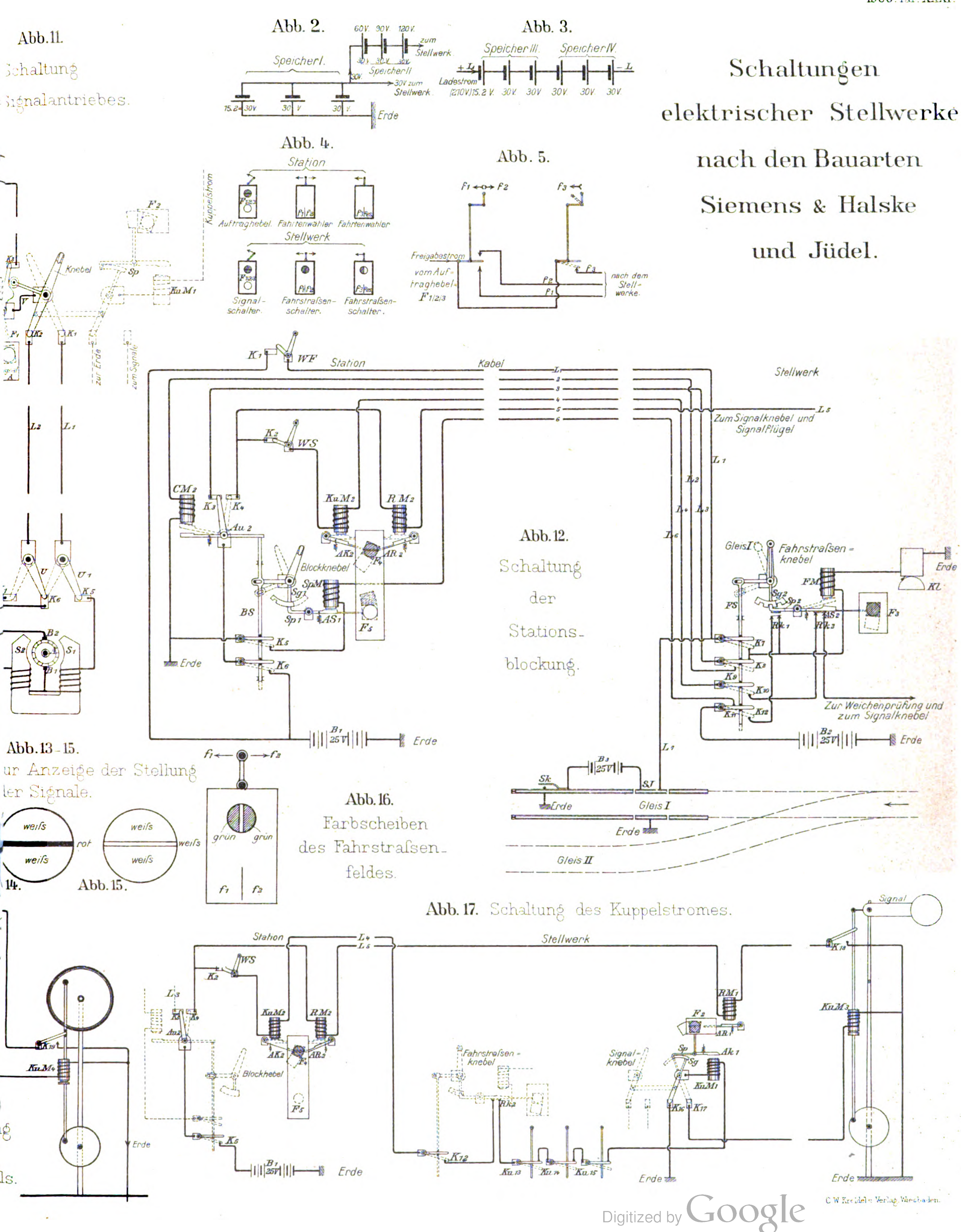



Abb. 2.
Anschlusshahn
A. V. 26 mm
N. W. St.
Längsschnitt durch einen Kanal.
Abb. 1.
Grundrifs.
N. W. St.
A. V. 26 mm L ∅
A. V. 26 mm
A. V. 20 mm L ∅
A. V. 20 mm
2 N. W. St. 1/2"
26
20
Abb. 1 bis 2. Klopsch:
Heizung der Lokomotiv-schuppen.
Mafsstab 1:600.
Erklärung:
Heizschlangen 52er Rohr.
Dampfleitung.
Niederschlagleitung.
A. V. 26 mm L ∅ = Absperrventil 26 mm l. Durchgang.
N. W. St. = Niederschlagwasser-Stauer.
Heizschlangen erhalten 1 mm/m Gefälle.
Dampfleitung wird genau wagrecht verlegt.
Niederschlagleitung erhält 5 mm/m Gefälle.
o bezeichnet die Rohrhalter je 2 Stück, Entfrng. 3,0 m.

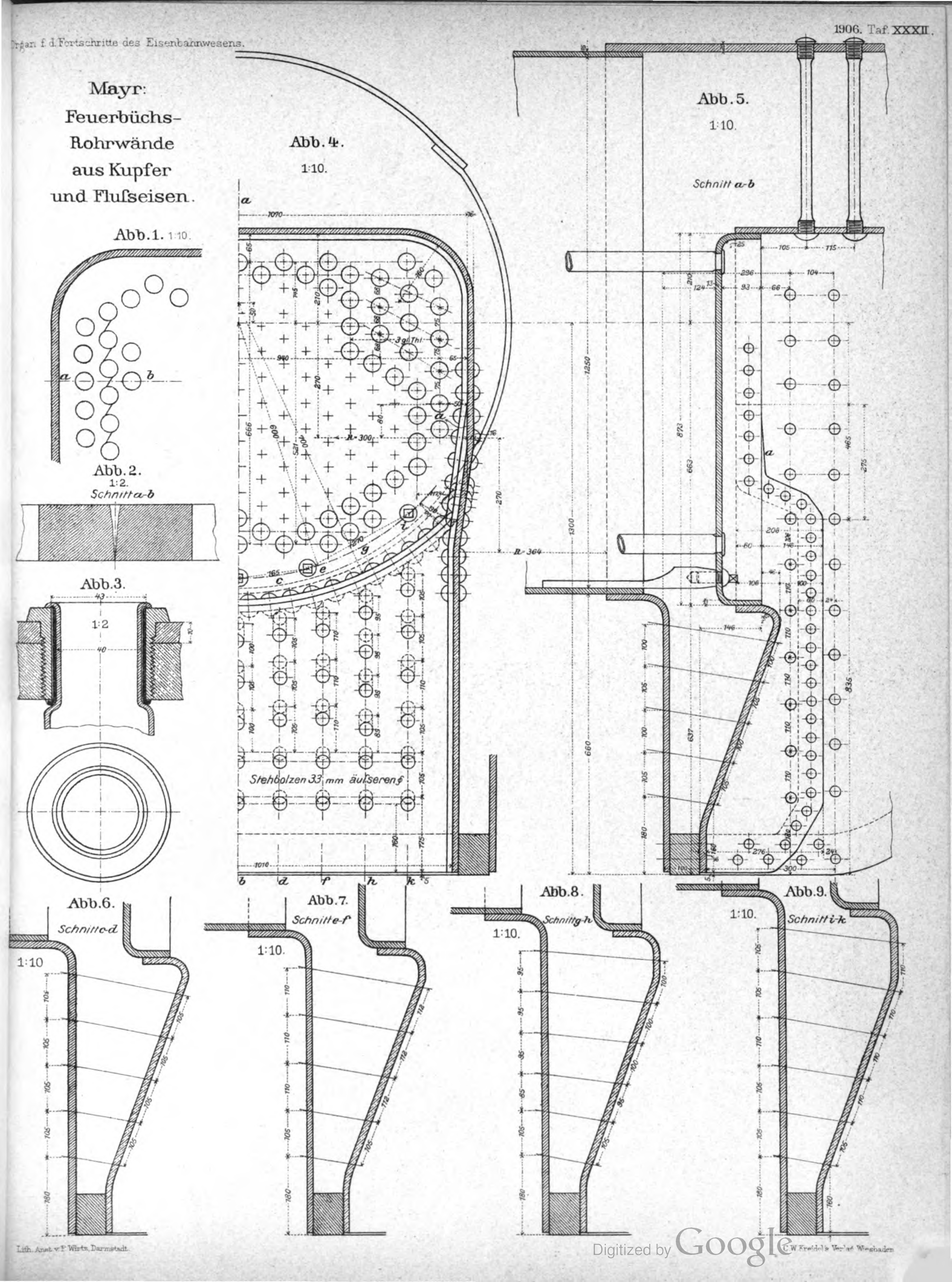


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Schaltungen elektrischer Stellwerke nach den Bauarten Siemens & Halske und Jüdel.

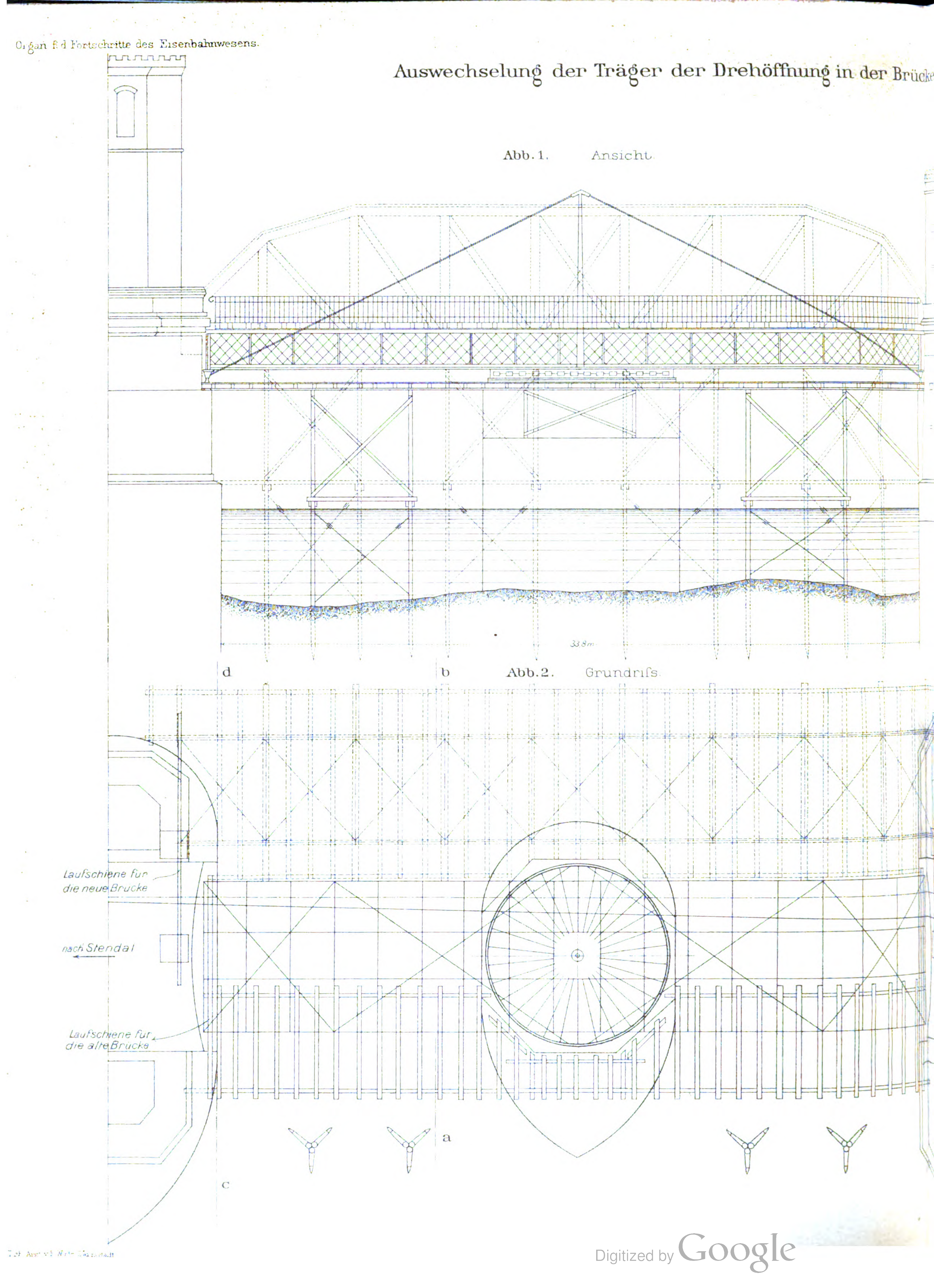


C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

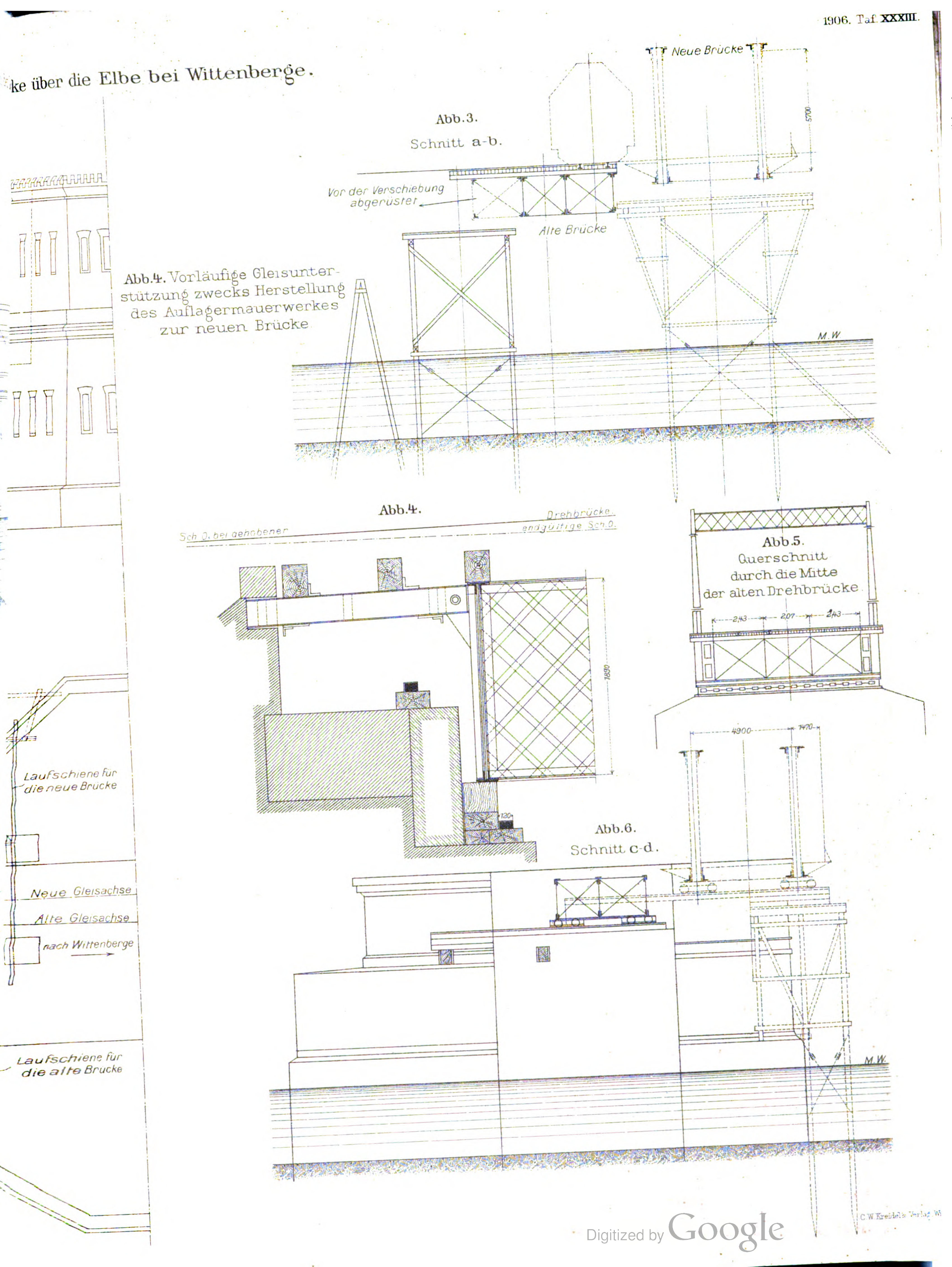


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden

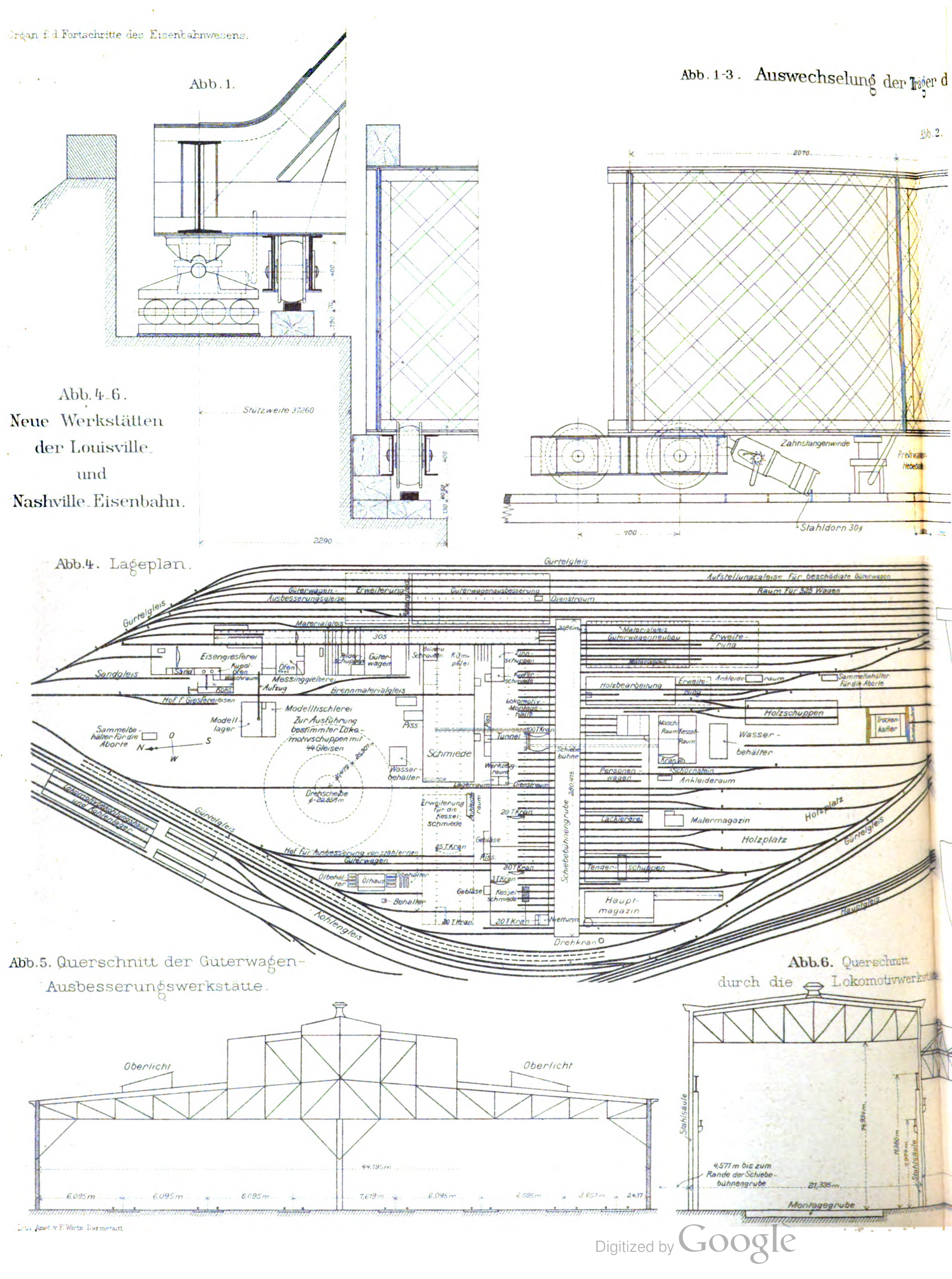
Auswechselung der Träger der Drehöffnung in der Brücke



…ke über die Elbe bei Wittenberge.

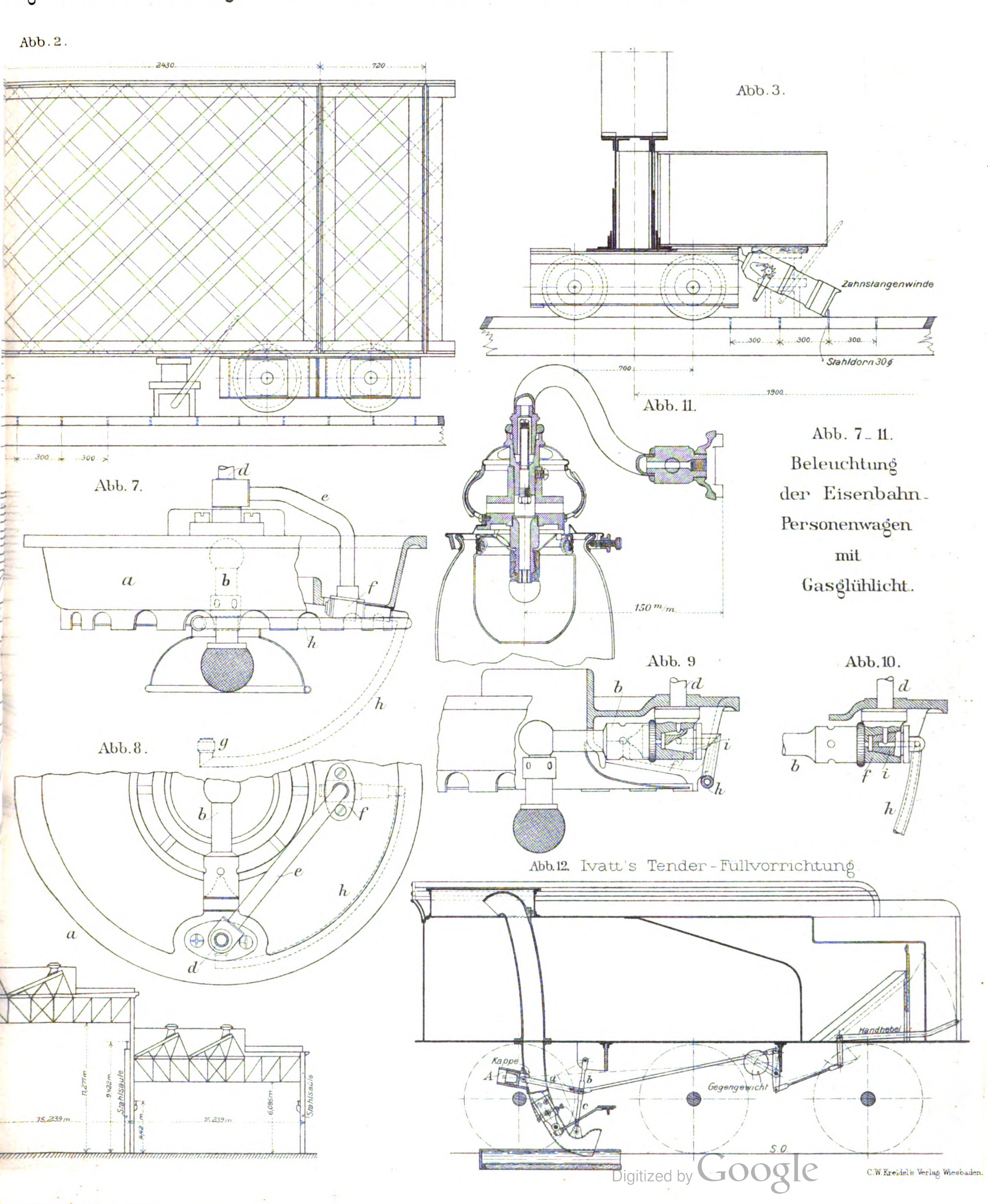


C. W. Kreidel's Verlag, Wi



Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt

räger der Drehöffnung in der Brücke über die Elbe bei Wittenberge.



C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.

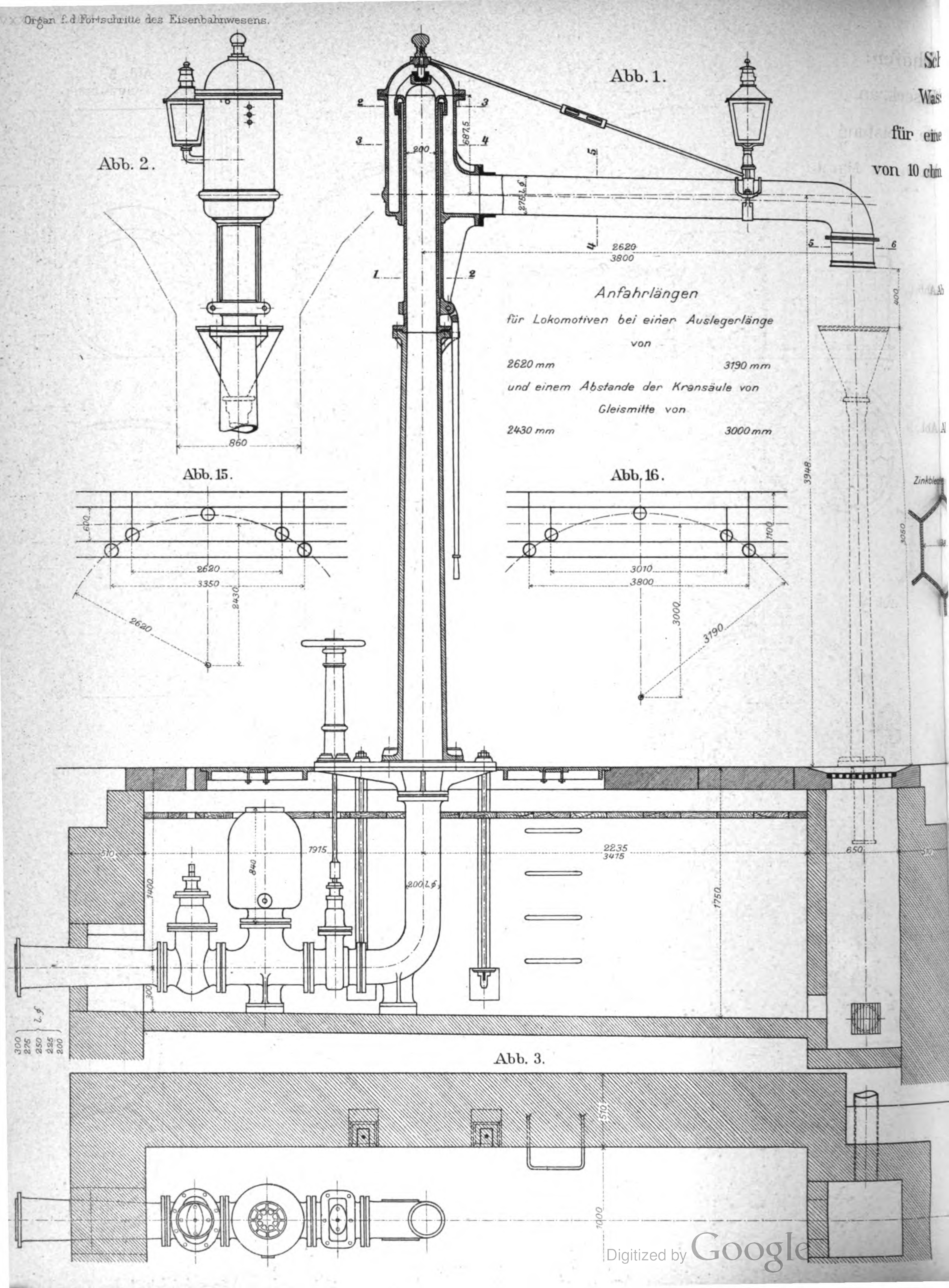


Abb. 1.
Abb. 2.
Abb. 3.
Abb. 15.
Abb. 16.
Anfahrlängen
für Lokomotiven bei einer Auslegerlänge
von
2620 mm
3190 mm
und einem Abstande der Kransäule von
Gleismitte von
2430 mm
3000 mm
Sch
Wass
für eine
von 10 cbm
Zinkblech

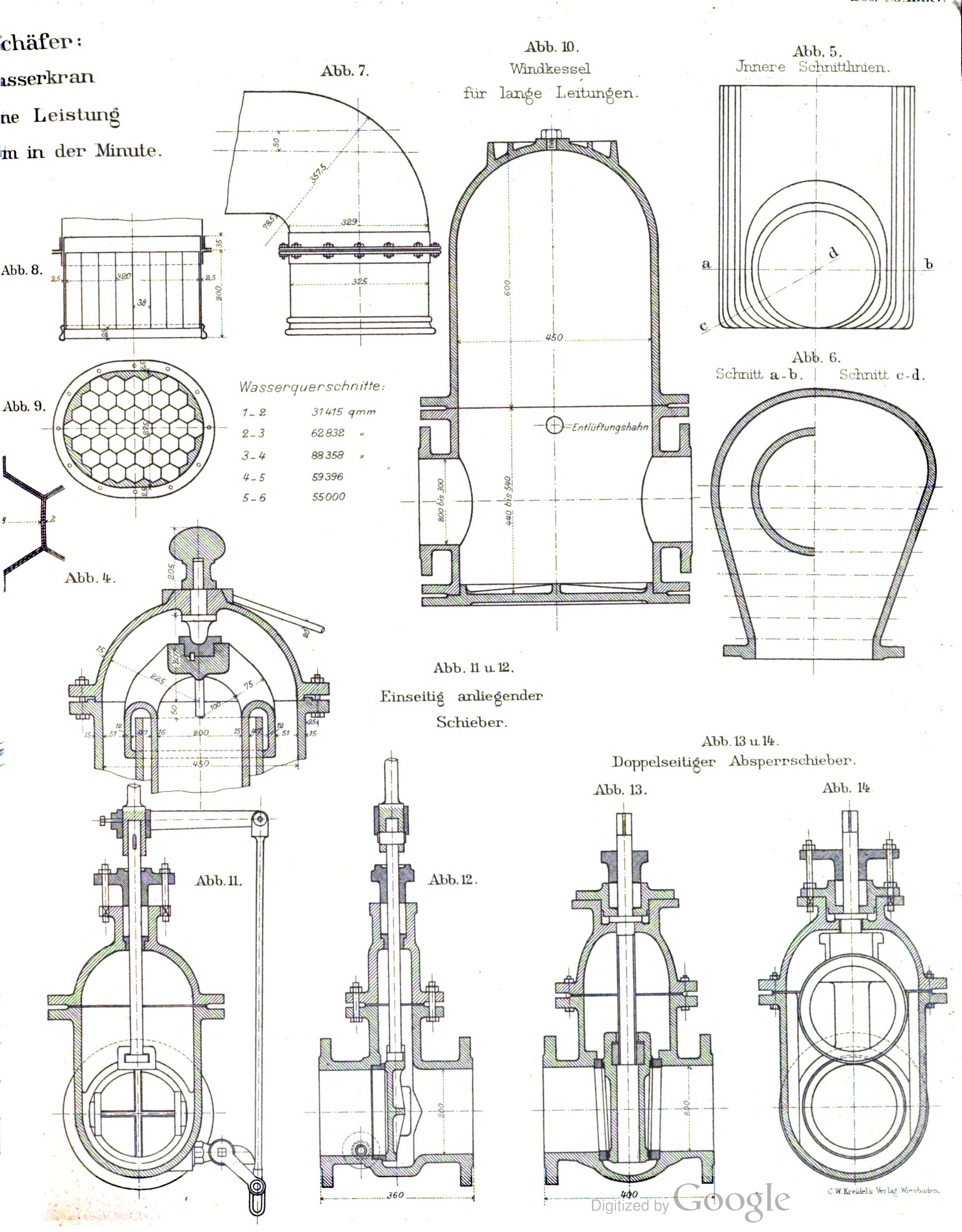

chäfer:
asserkran
ne Leistung
m in der Minute.
Abb. 7.
Abb. 10.
Windkessel
für lange Leitungen.
Abb. 5.
Innere Schnittlinien.
Abb. 8.
Abb. 9.
Wasserquerschnitte:
1 – 2 31415 qmm
2 – 3 62832 "
3 – 4 88358 "
4 – 5 59396
5 – 6 55000
Entlüftungshahn
Abb. 6.
Schnitt a-b. Schnitt c-d.
Abb. 4.
Abb. 11 u. 12.
Einseitig anliegender Schieber.
Abb. 13 u. 14.
Doppelseitiger Absperrschieber.
Abb. 13.
Abb. 14.
Abb. 11.
Abb. 12.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 2-3. Abgeändeter Heizröhren-Dampfüberhitzer von Schmidt.

Abb. 1. Heizröhren Dampfüberhitzer von Schmidt.

Abb. 7-8. Alfree's Lokomotiv-Steuerung.

Abb. 9.

Abb. 9-10. Lokomotiv-schuppen-Anlagen.

Abb. 10.

Abb. 11. Krankenwagen der Lehigh-Valley-Bahn.

Lith. Anst. v. E. Wirtz, Darmstadt.

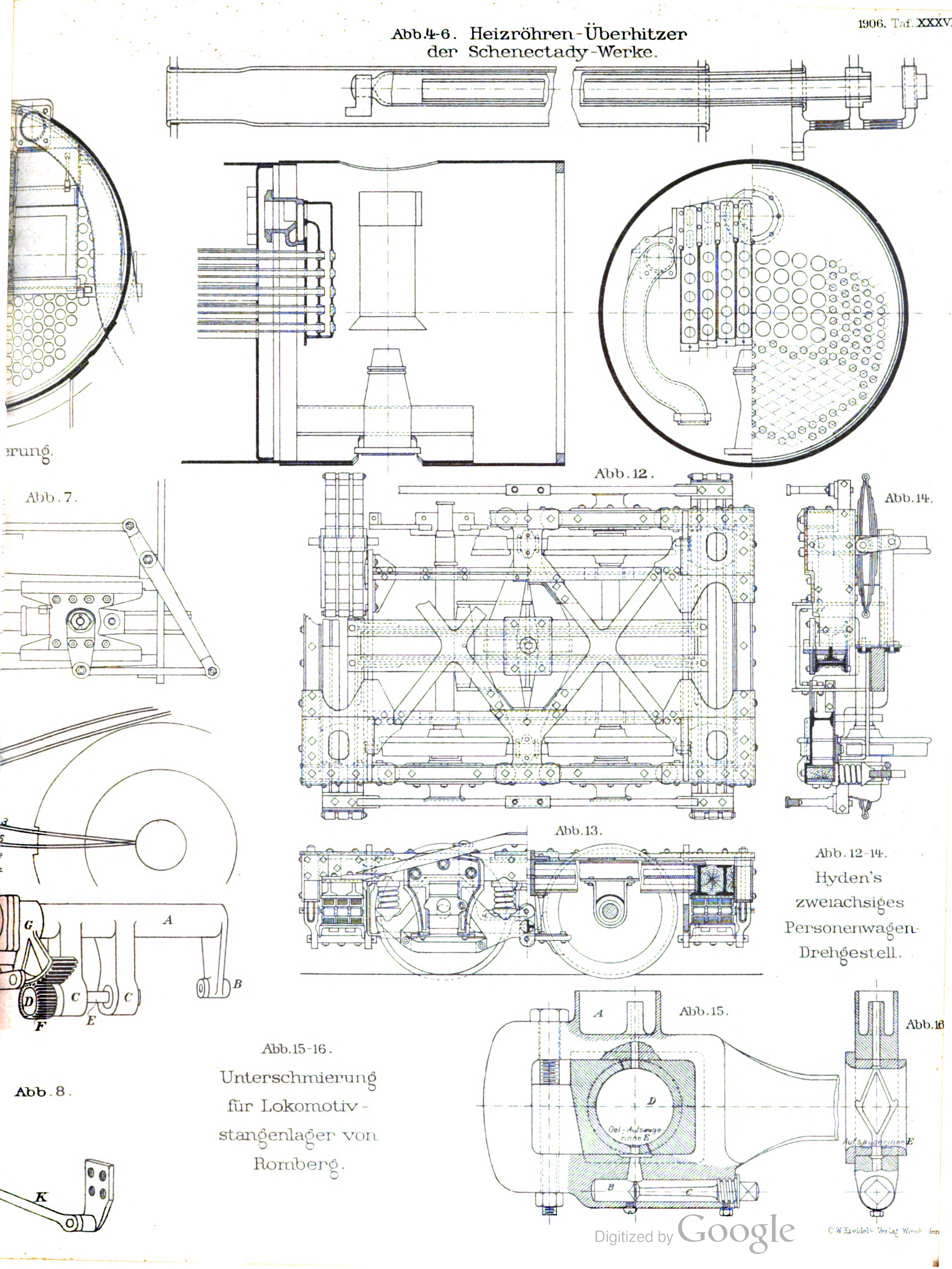

Abb. 4-6. Heizröhren-Überhitzer der Schenectady-Werke.
...rung.
Abb. 7.
Abb. 8.
Abb. 12.
Abb. 13.
Abb. 14.
Abb. 12-14. Hyden's zweiachsiges Personenwagen-Drehgestell.
Abb. 15.
Abb. 16
Abb. 15-16. Unterschmierung für Lokomotivstangenlager von Romberg.
A
B
C
D
E
F
G
K
Oel-Aufsauge-rinne E
Aufsaugerinne E
C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden

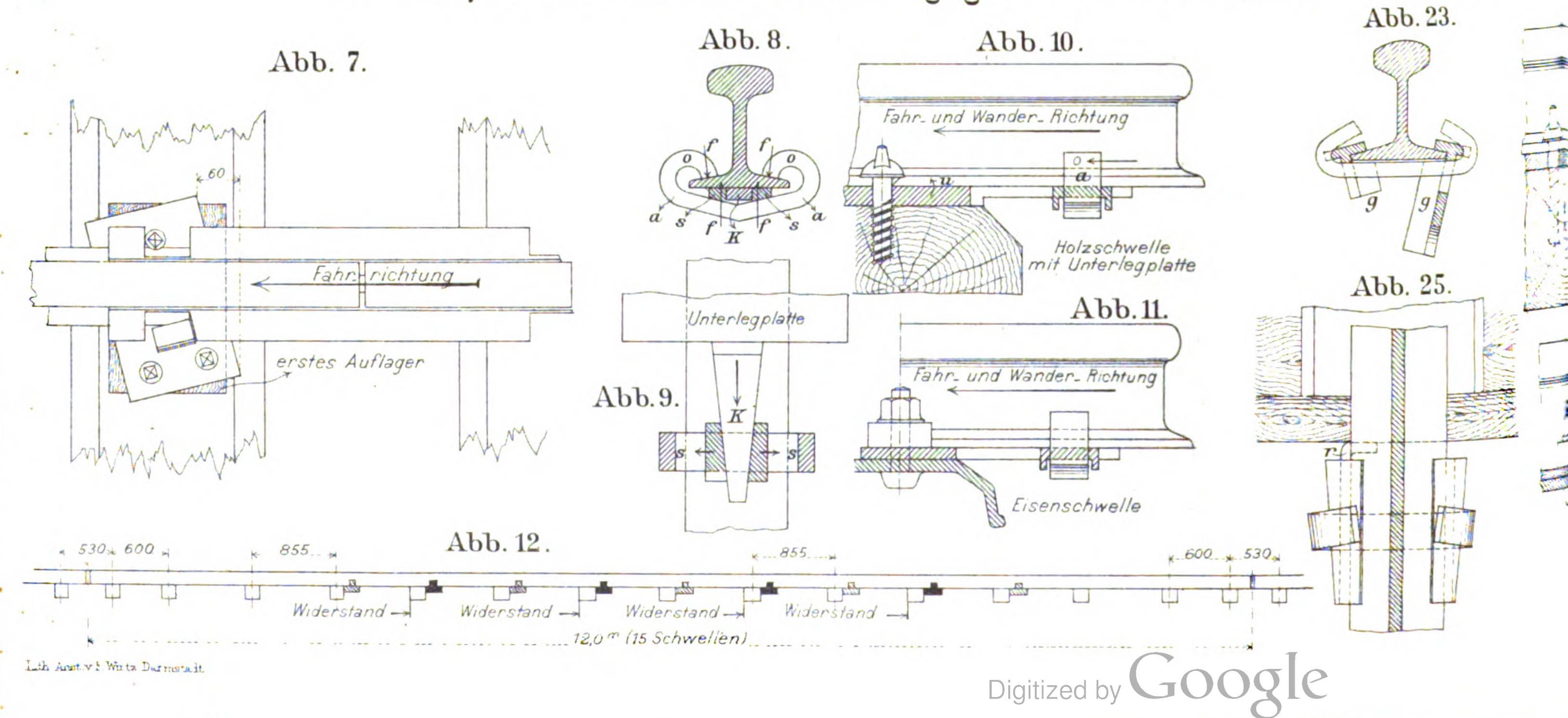
Abb. 1 - 6. Zellenwagen für Beförderun…

Abb. 1. Längenschnitt.

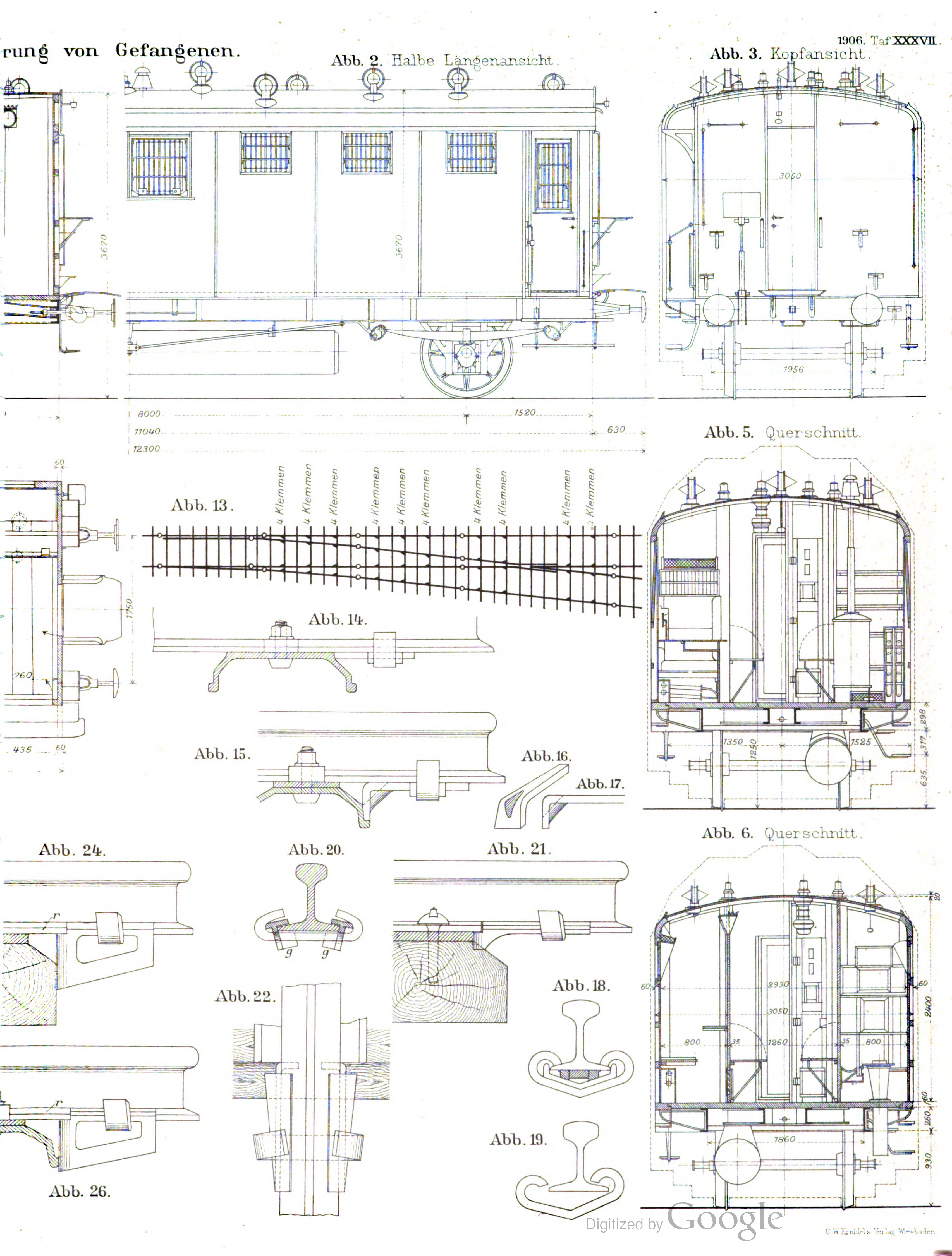
Abb. 4. Grundriß.

Abb. 7 - 26.

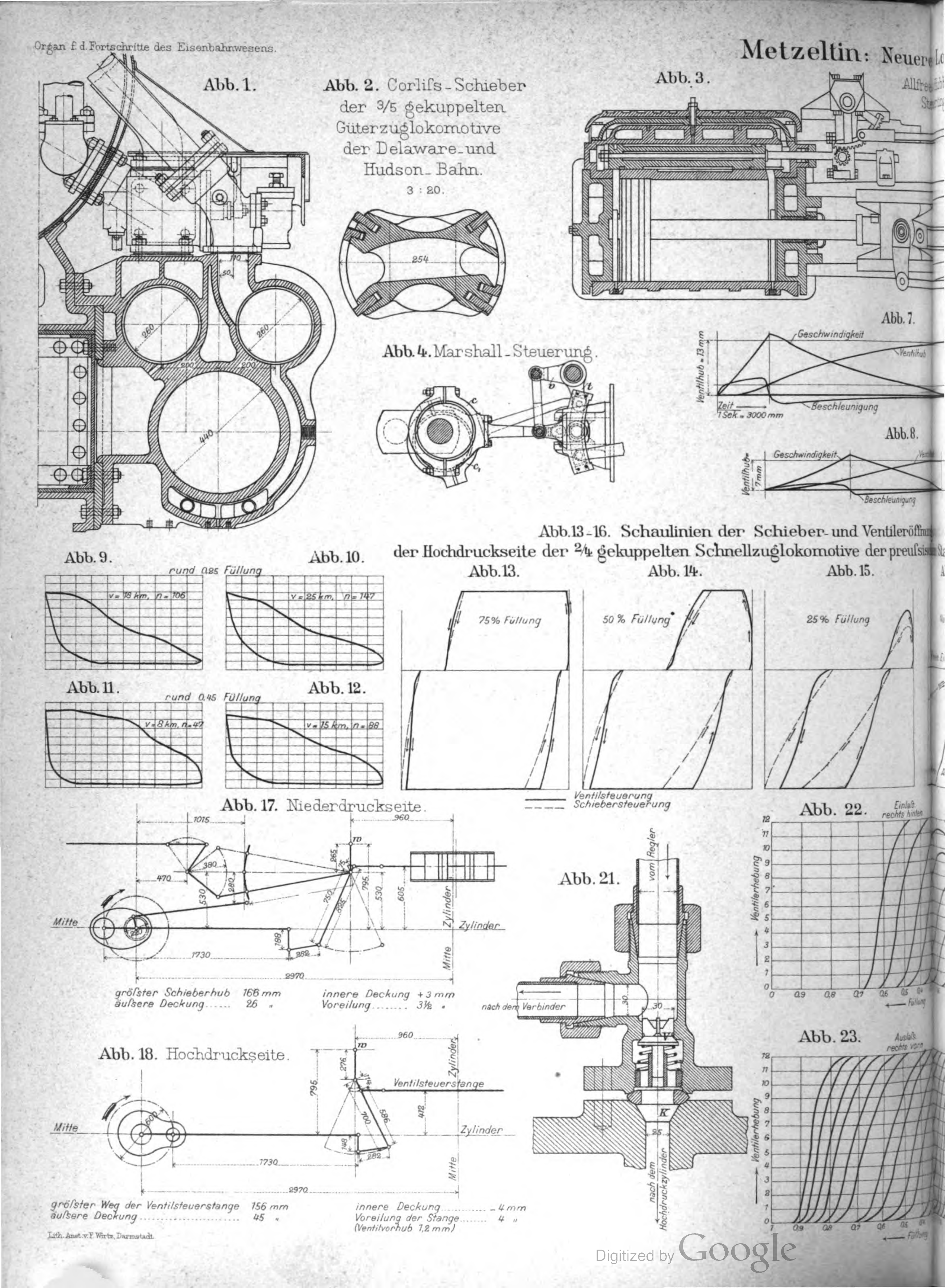
Die Dorpmüller'sche Gleisklemme gegen das Wandern der Schienen.



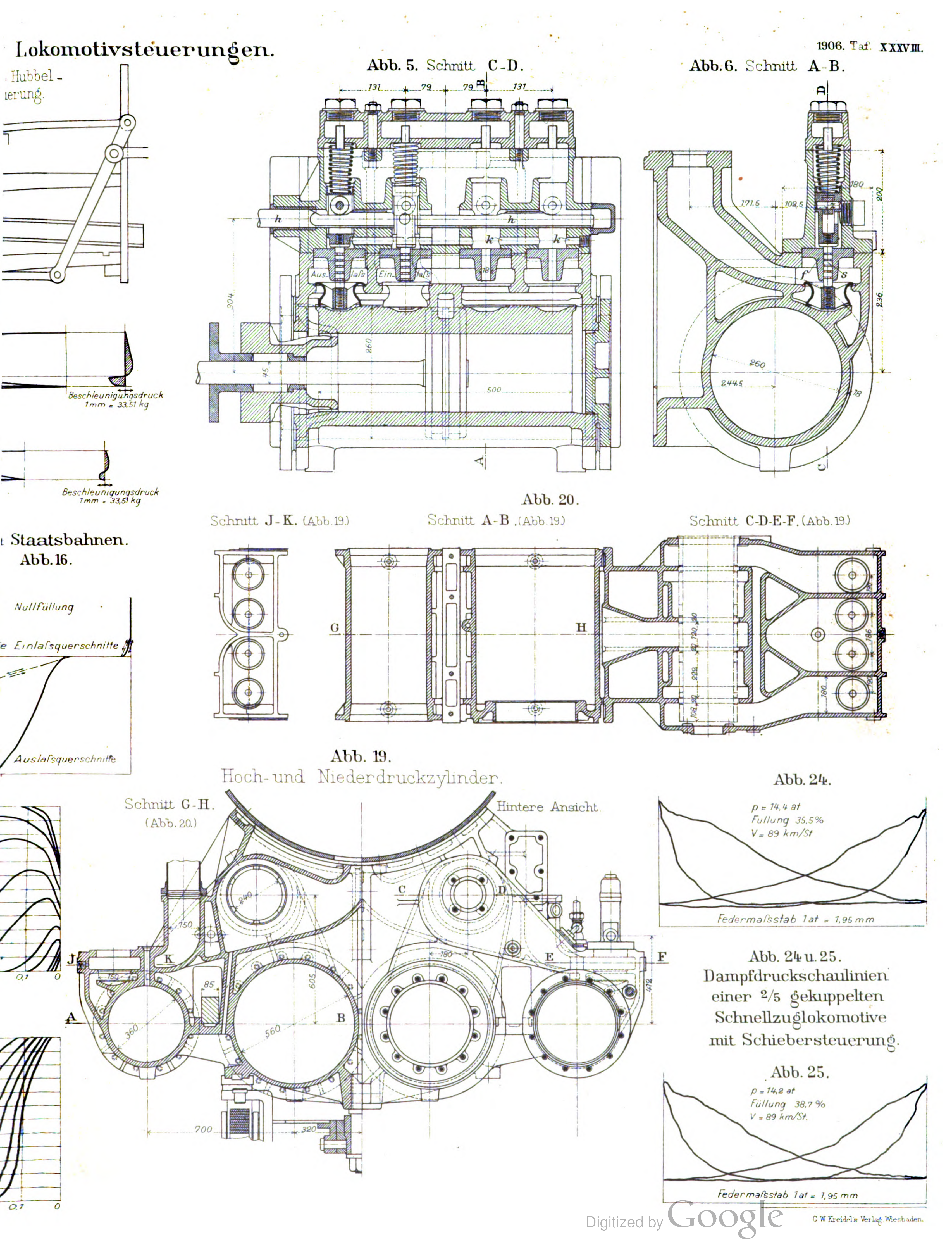
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



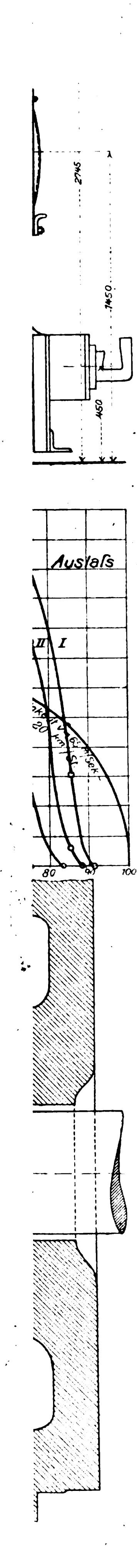
-rung von Gefangenen.
1906. Taf XXXVII.
Abb. 2. Halbe Längenansicht.
Abb. 3. Kopfansicht.
3670
3670
3050
1956
8000
7520
11040
630
12300
Abb. 5. Querschnitt.
Abb. 13.
4 Klemmen
Abb. 14.
1750
760
435
60
Abb. 15.
Abb. 16.
Abb. 17.
1350
1250
1525
298
377
635
Abb. 6. Querschnitt.
Abb. 24.
Abb. 20.
Abb. 21.
r
g
Abb. 22.
Abb. 18.
Abb. 19.
Abb. 26.
2930
3050
1260
800
35
2400
260
930
1860
C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

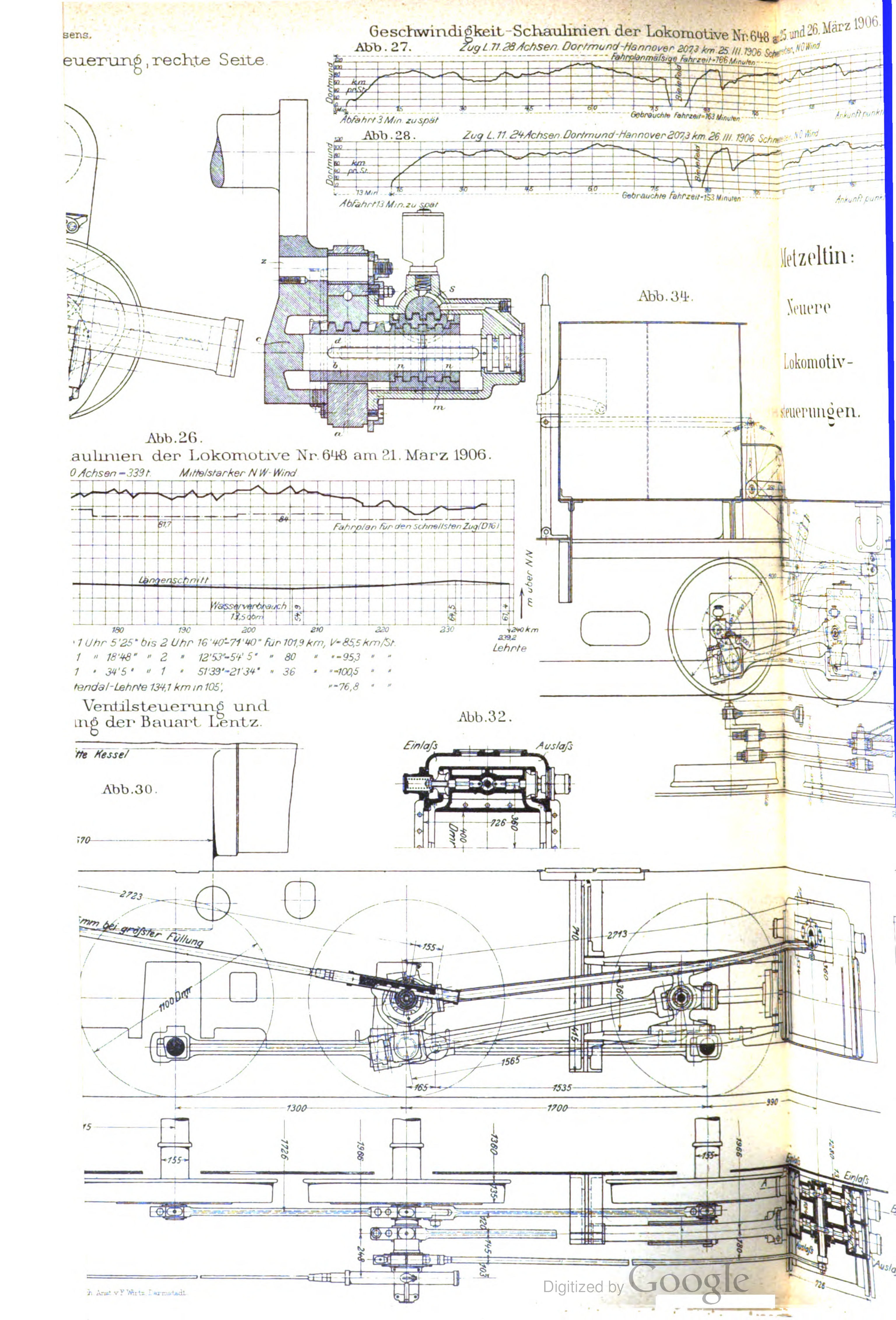


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

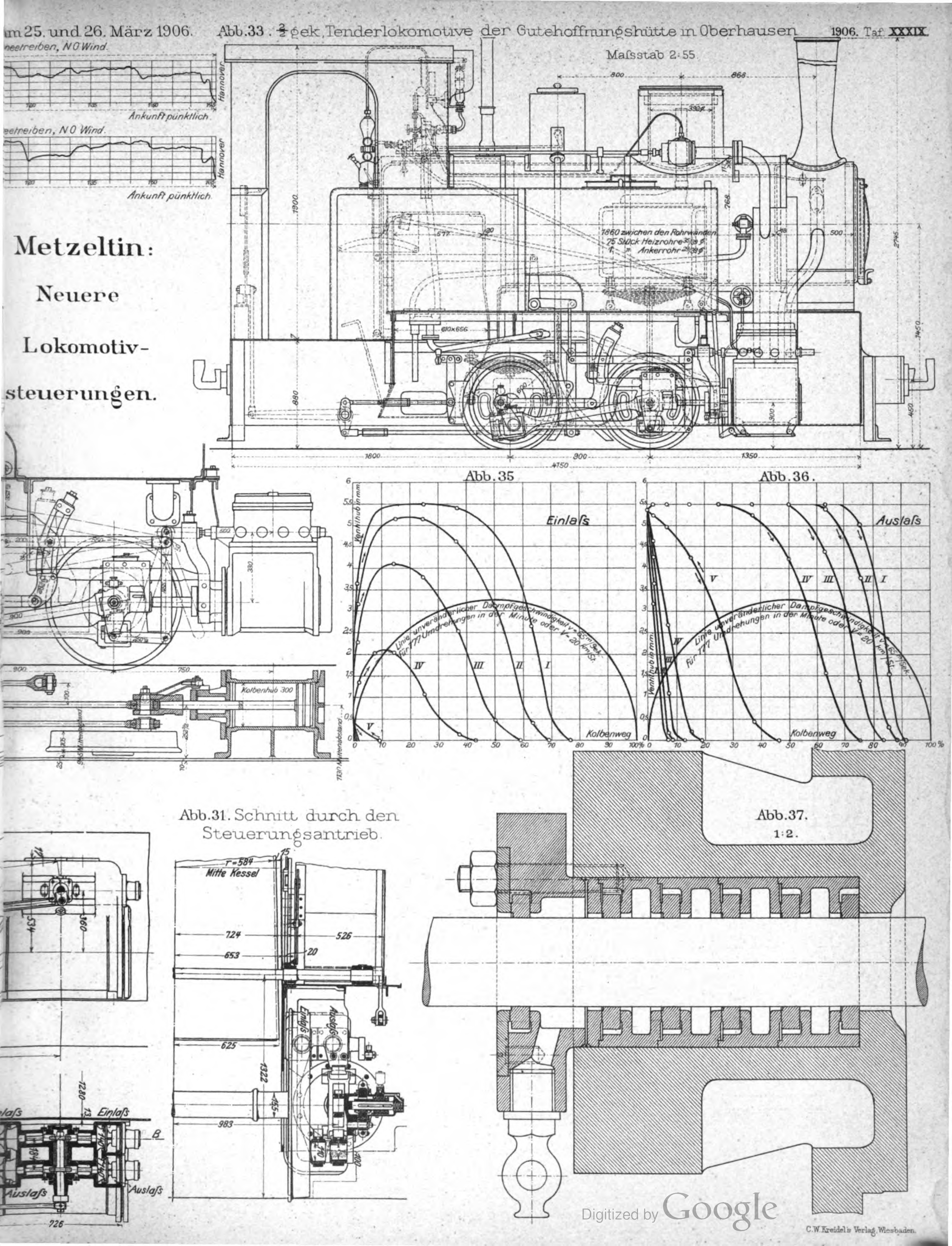


C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

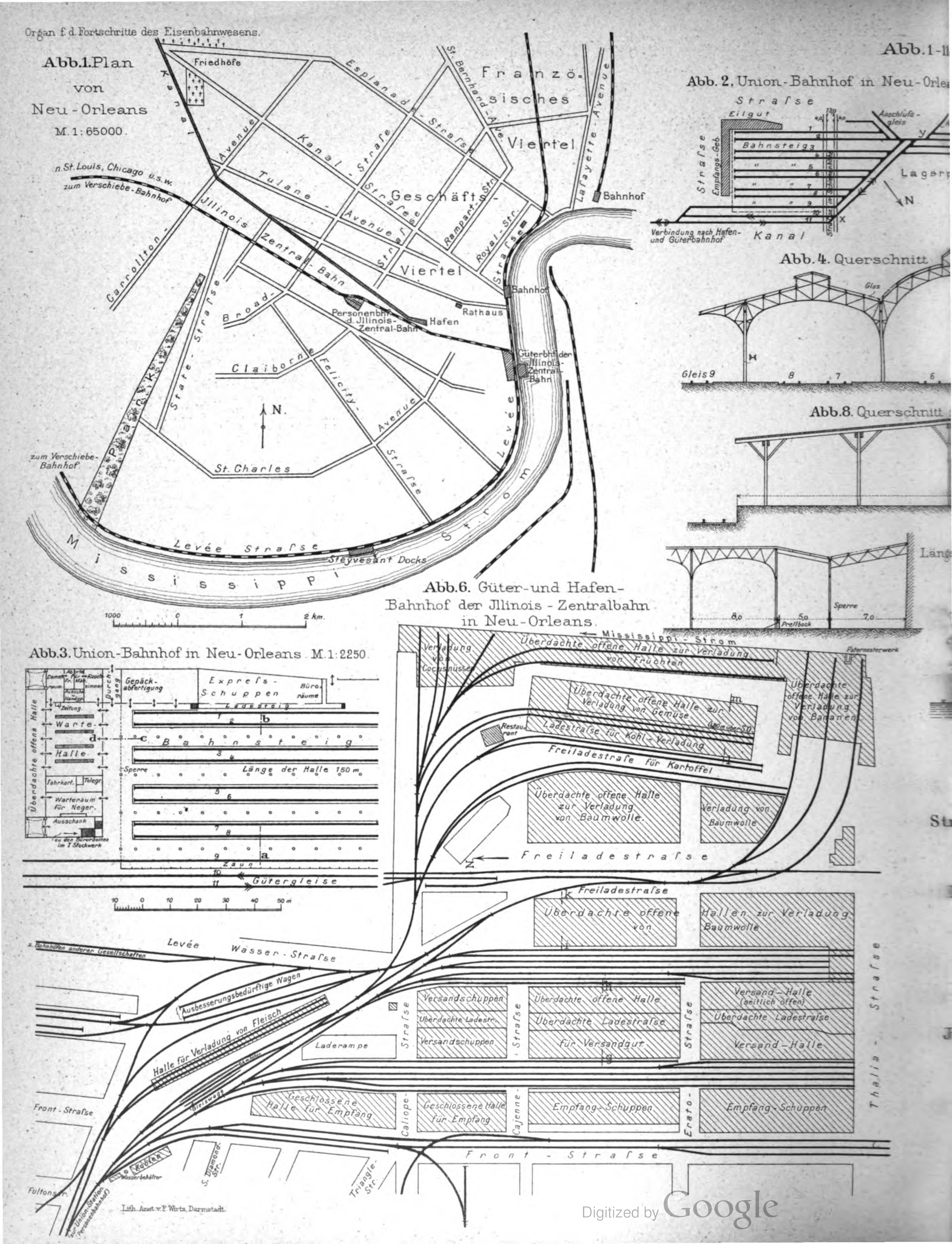

Auslaſs
II
I
80
100 %



sens.
euerung, rechte Seite.
Geschwindigkeit-Schaulinien der Lokomotive Nr. 648 am 25. und 26. März 1906.
Abb. 27.
Zug L. 11. 28 Achsen. Dortmund-Hannover 207,3 km. 25. III. 1906
Fahrplanmäßige Fahrzeit=166 Minuten
Abfahrt 3 Min. zu spät
Gebrauchte Fahrzeit=163 Minuten
Abb. 28.
Zug L. 11. 24 Achsen. Dortmund-Hannover 207,3 km. 26. III. 1906
Abfahrt 13 Min. zu spät
Gebrauchte Fahrzeit=153 Minuten
Metzeltin: Neuere Lokomotiv-steuerungen.
Abb. 34.
Abb. 26.
aulinien der Lokomotive Nr. 648 am 21. März 1906.
0 Achsen = 339 t.
Mittelstarker N W-Wind
Fahrplan für den schnellsten Zug (D 16)
Längenschnitt
Wasserverbrauch 17,5 cbm
m über N N
Lehrte
1 Uhr 5'25" bis 2 Uhr 16'40"=71'40" Für 101,9 km, V=85,5 km/St.
1 " 18'48" " 2 " 12'53"=54'5" " 80 " " =95,3 " "
1 " 34'5" " 1 " 51'39"=21'34" " 36 " " =100,5 " "
tendal-Lehrte 134,1 km in 105', " =76,8 " "
Ventilsteuerung und
ng der Bauart Lentz.
Abb. 32.
Einlaß
Auslaß
itte Kessel
Abb. 30.
mm bei größter Füllung
1100 Dmr
Einlaß
Auslaß
h. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.


Abb. 1. Plan von Neu-Orleans M. 1:65000.
Abb. 2. Union-Bahnhof in Neu-Orleans
Abb. 3. Union-Bahnhof in Neu-Orleans M. 1:2250.
Abb. 4. Querschnitt
Abb. 6. Güter- und Hafen-Bahnhof der Illinois-Zentralbahn in Neu-Orleans.
Abb. 8. Querschnitt
Friedhöfe
Französisches Viertel
Geschäfts-Viertel
Mississippi Strom
Levée Strafse
Steyvesant Docks
Illinois Zentral-Bahn
Personenbhf d. Illinois-Zentral-Bahn
Güterbhf der Illinois-Zentral-Bahn
Bahnhof
Rathaus
Hafen
n. St. Louis, Chicago u.s.w. zum Verschiebe-Bahnhof
zum Verschiebe-Bahnhof
Expreß-Schuppen
Bahnsteig
Länge der Halle 150 m
Gütergleise
Überdachte offene Halle
Warte-Halle
Überdachte offene Halle zur Verladung von Früchten
Überdachte offene Halle zur Verladung von Gemüse
Ladestraße für Kohl-Verladung
Freiladestraße für Kartoffel
Überdachte offene Halle zur Verladung von Baumwolle
Freiladestraße
Halle für Verladung von Fleisch
Ausbesserungsbedürftige Wagen
Versandschuppen
Geschlossene Halle für Empfang
Empfang-Schuppen
Front-Straße
Levée Wasser-Straße
Thalia-Straße
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

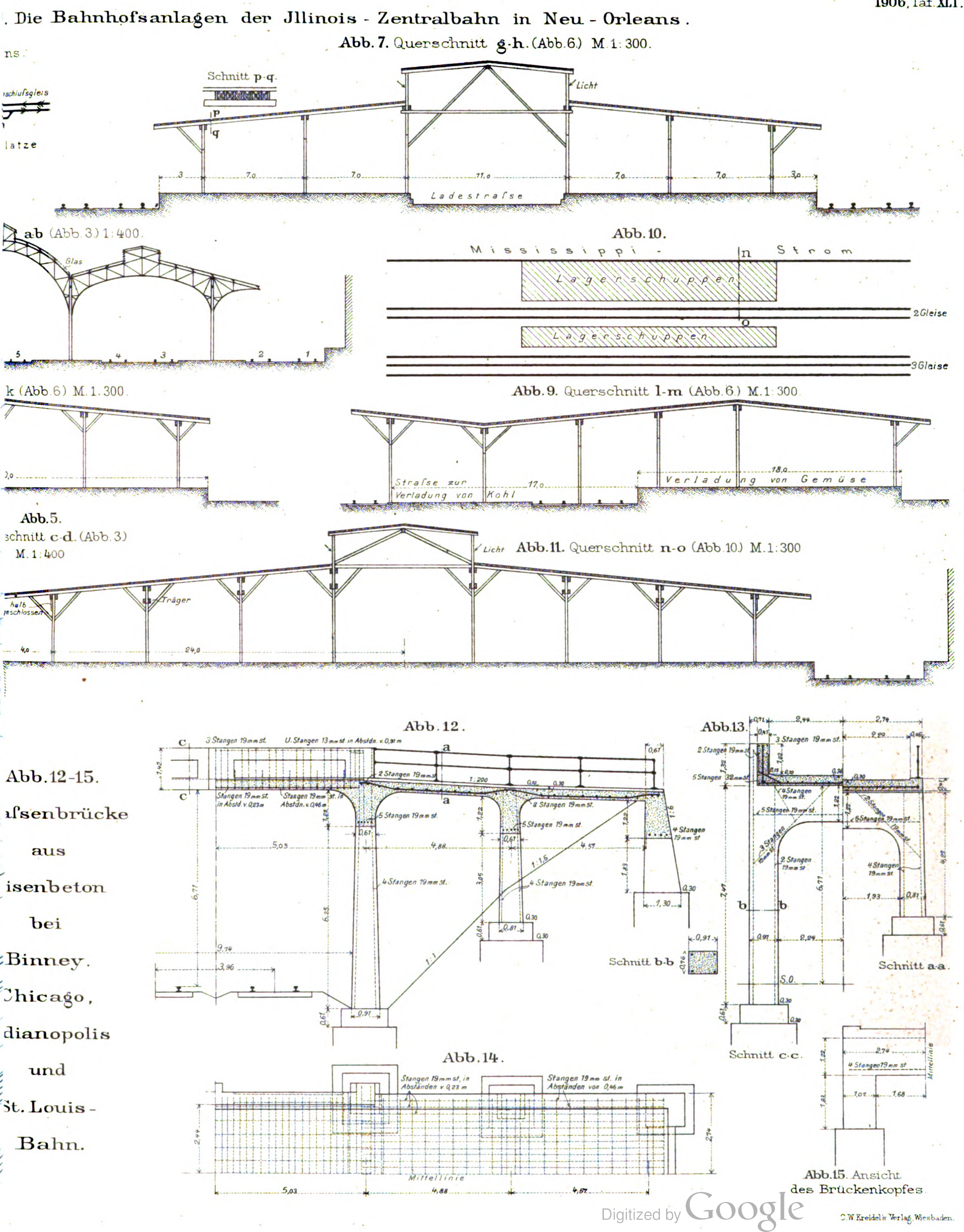

1906, Taf. XLI.
. Die Bahnhofsanlagen der Jllinois - Zentralbahn in Neu - Orleans.
Abb. 7. Querschnitt g-h. (Abb. 6.) M. 1: 300.
Schnitt p-q.
Licht
Ladestraſse
ab (Abb. 3.) 1: 400.
Glas
Abb. 10.
Mississippi - Strom
Lagerschuppen
2 Gleise
Lagerschuppen
3 Gleise
k (Abb. 6) M. 1: 300.
Abb. 9. Querschnitt l-m (Abb. 6.) M. 1: 300.
Straſse zur Verladung von Kohl
Verladung von Gemüse
Abb. 5.
schnitt c-d. (Abb. 3)
M. 1: 400
Abb. 11. Querschnitt n-o (Abb. 10.) M. 1: 300
Licht
Träger
halb geschlossen
Abb. 12.
3 Stangen 19 mm st.
U-Stangen 13 mm st. in Abstdn. v. 0,31 m
2 Stangen 19 mm st.
5 Stangen 19 mm st.
4 Stangen 19 mm st.
Abb. 12-15.
ſsenbrücke
aus
isenbeton
bei
Binney.
Chicago,
dianopolis
und
St. Louis-
Bahn.
Abb. 13.
3 Stangen 19 mm st.
Schnitt b-b
Schnitt a-a.
Schnitt c-c.
Abb. 14.
Stangen 19 mm st. in Abständen v. 0,23 m
Stangen 19 mm st. in Abständen von 0,46 m
Mittellinie
Abb. 15. Ansicht des Brückenkopfes
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1. Blockwerke der Handblocksignale der Chicago- und Ost-Jllinois-Bahn.

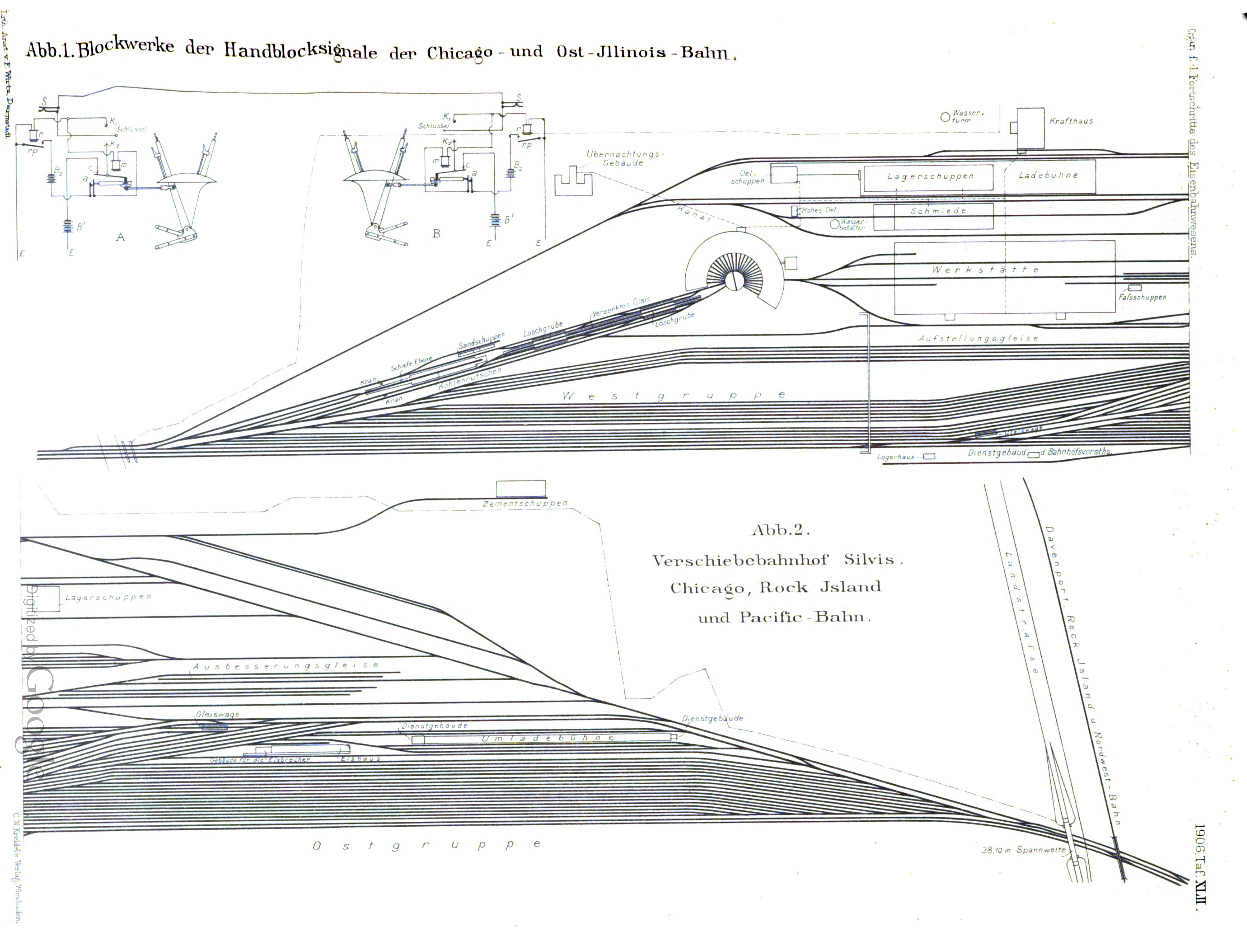


Abb. 2. Verschiebebahnhof Silvis. Chicago, Rock Jsland und Pacific-Bahn.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

750.

32,7 33,0 33,0
5,6 4,8
Dallgow-Döb. Staaken Spandau
3766 1893 420 350 338 1138

140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

rt 6.

140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

rt 8.

220 210 200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

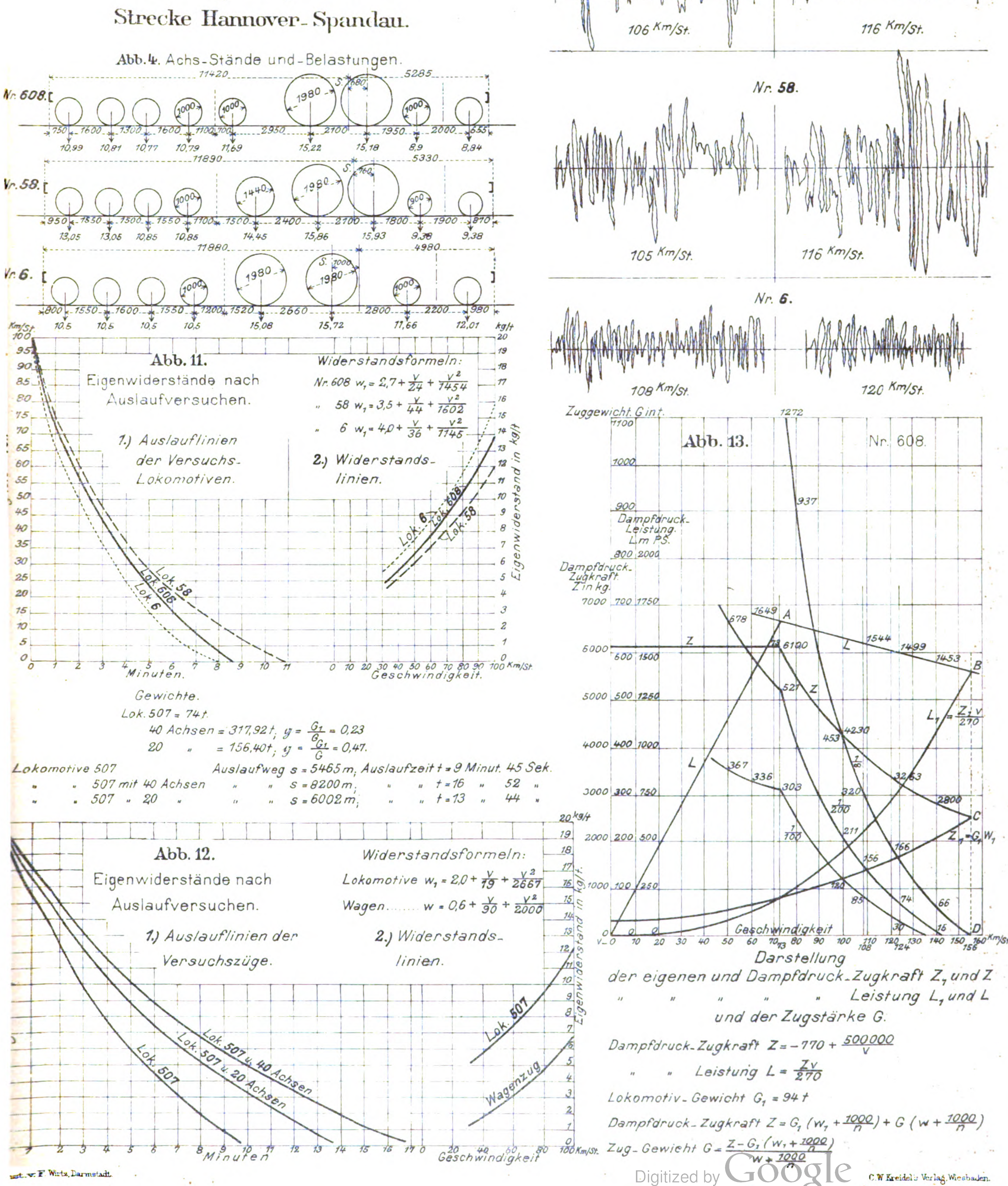
rt 6.

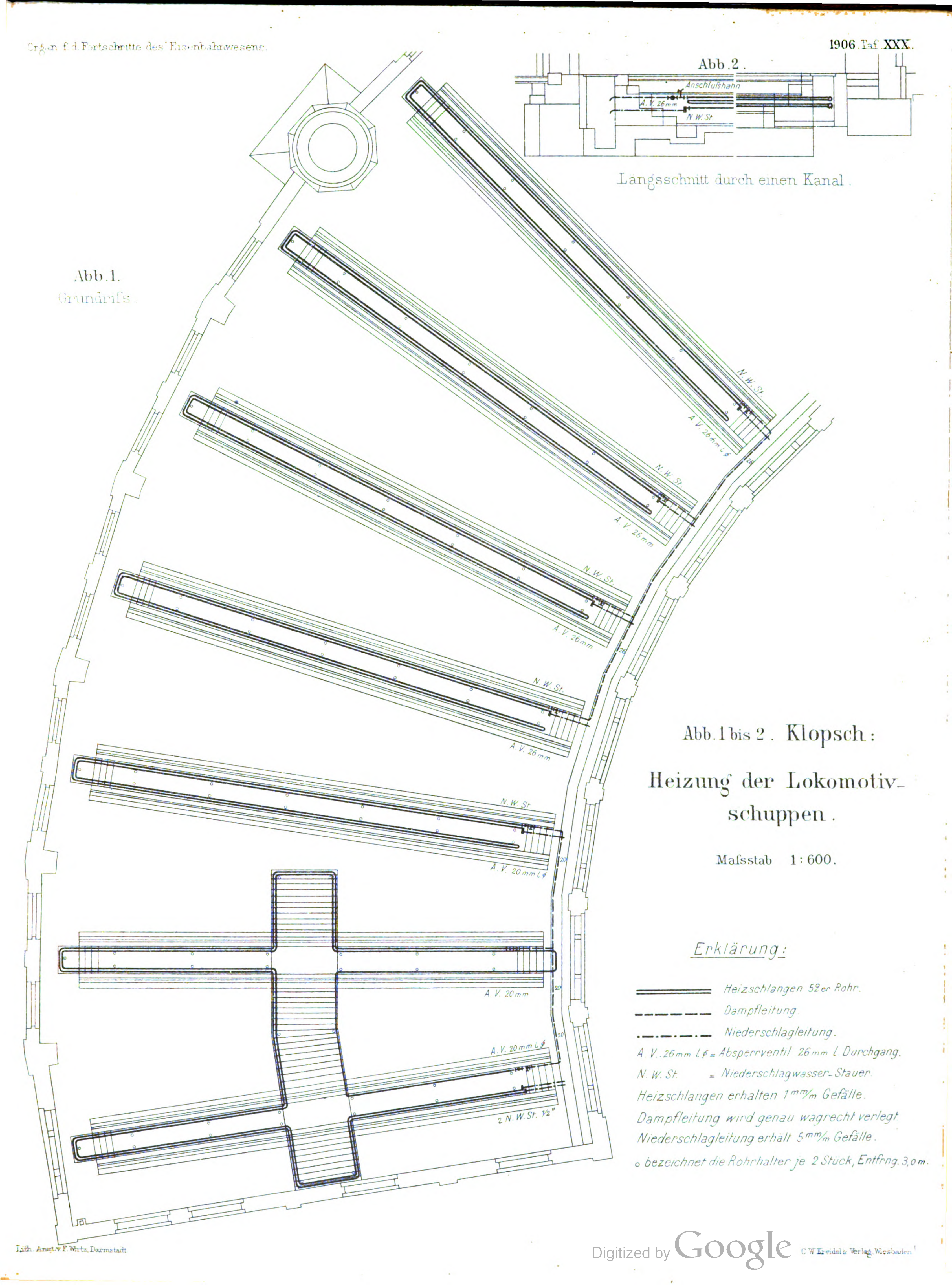
220 210 200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

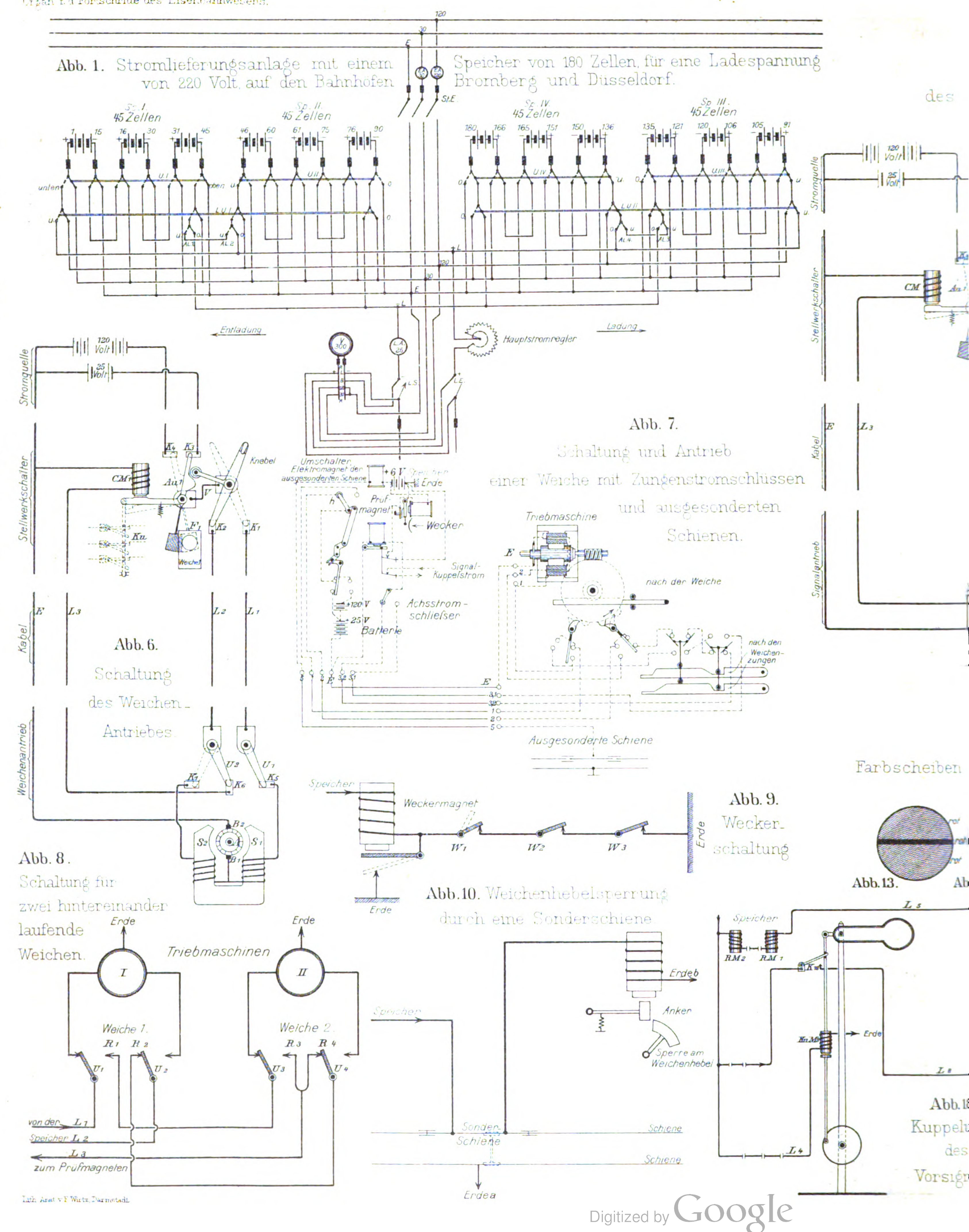
Dallgow-Döb. Staaken Spandau

rt 8.

Schnellfahrversuche mit drei verschiedenen Lokomotivgattungen auf der Strecke Hannover-Spandau.




Abb. 2.
Anschlußhahn
A. V. 26 mm
N. W. St.
Längsschnitt durch einen Kanal.
Abb. 1.
Grundrifs.
N. W. St.
A. V. 26 mm L ϕ
A. V. 26 mm
A. V. 20 mm L ϕ
A. V. 20 mm
2 N. W. St. 1/2"
Abb. 1 bis 2. Klopsch:
Heizung der Lokomotiv-schuppen.
Mafsstab 1 : 600.
Erklärung:
Heizschlangen 52er Rohr.
Dampfleitung.
Niederschlagleitung.
A. V. 26 mm L ϕ = Absperrventil 26 mm l. Durchgang.
N. W. St. = Niederschlagwasser-Stauer.
Heizschlangen erhalten 1 mm/m Gefälle.
Dampfleitung wird genau wagrecht verlegt.
Niederschlagleitung erhält 5 mm/m Gefälle.
o bezeichnet die Rohrhalter je 2 Stück, Entfrng. 3,0 m.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

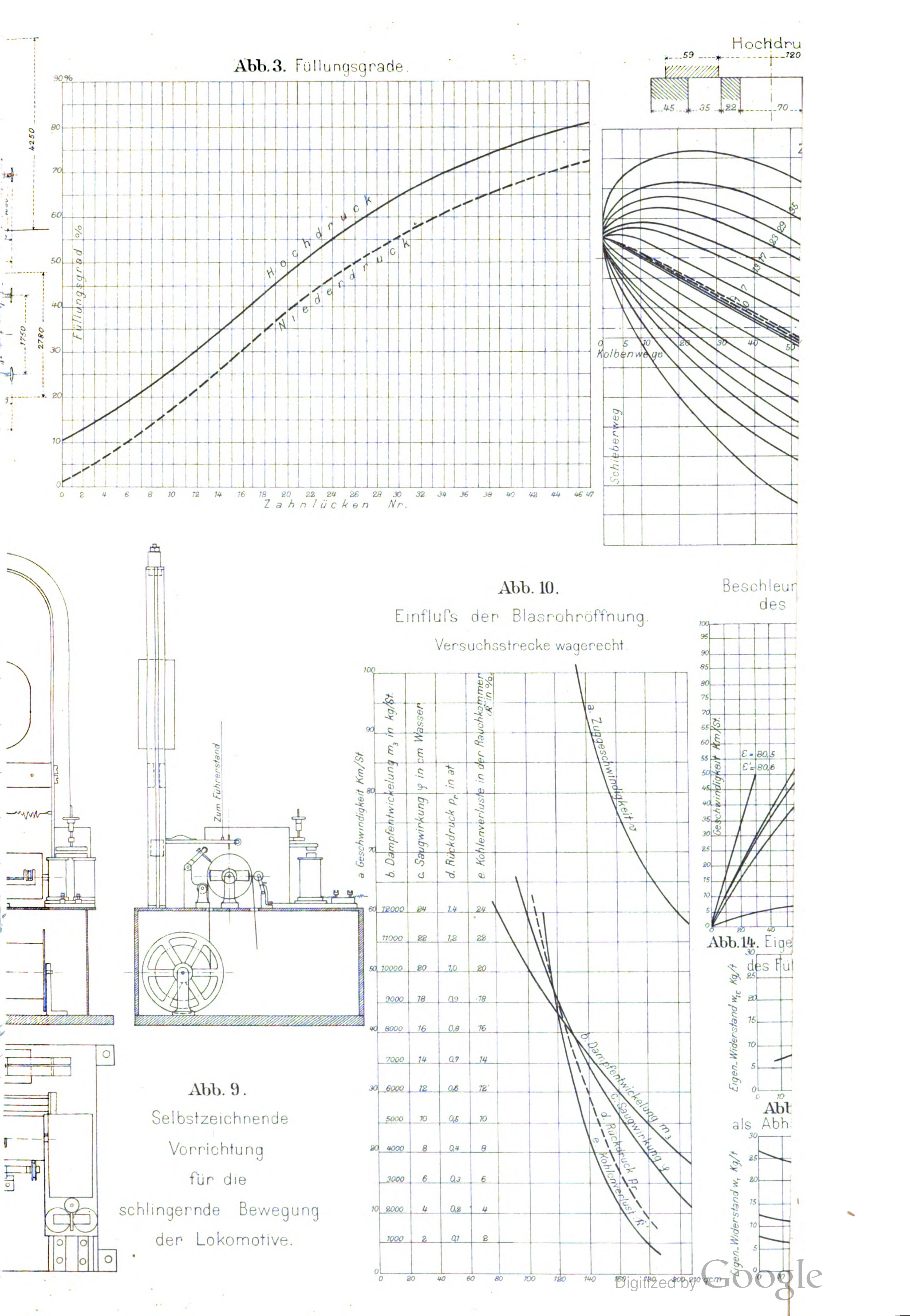
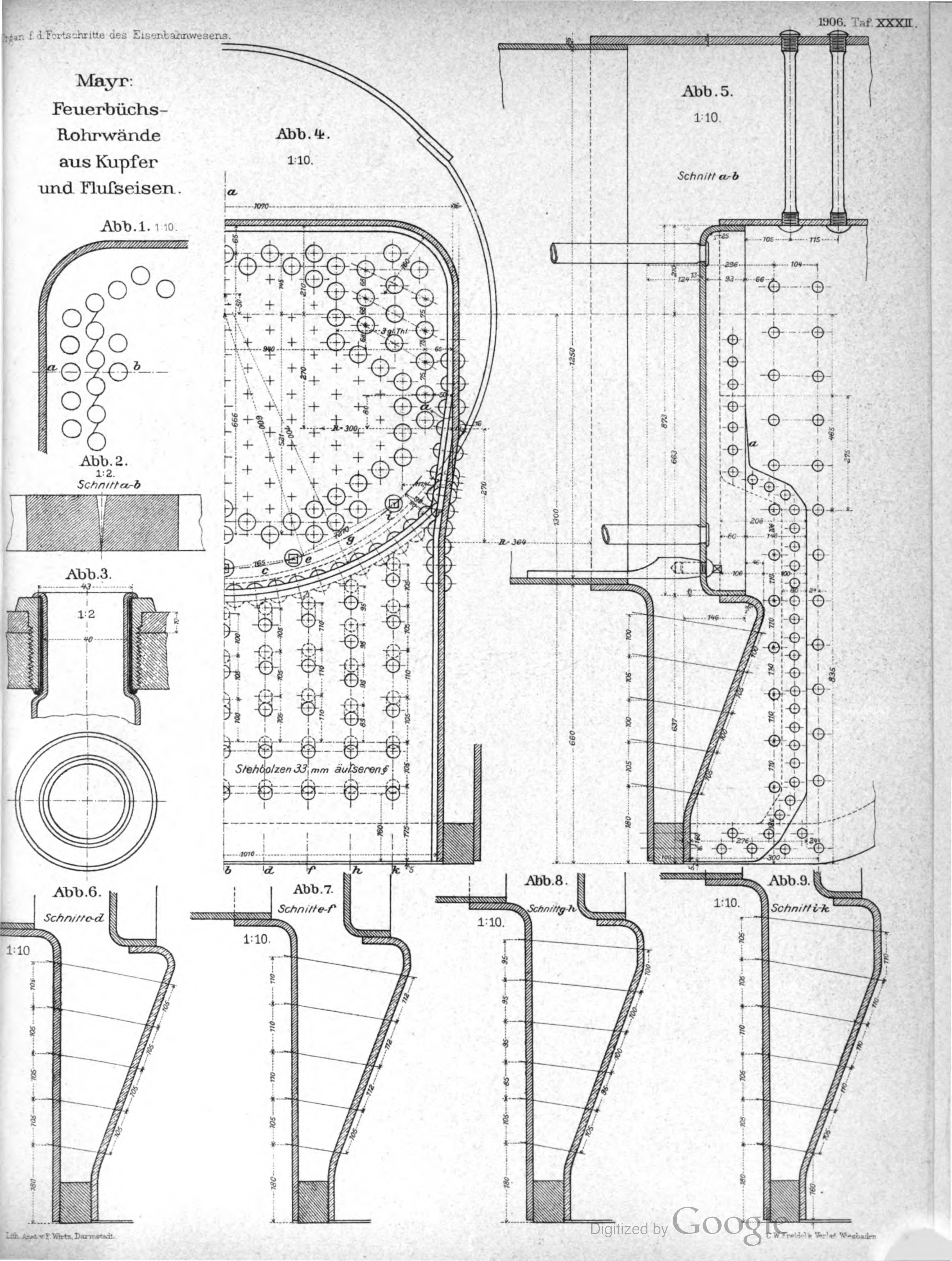


Abb. 3. Füllungsgrade.
Füllungsgrad %
Hochdruck
Niederdruck
Zahnlücken Nr.
4250
1750
2780
Hochdru
59
120
45
35
22
70
Kolbenwege
Schieberweg
Abb. 9.
Selbstzeichnende
Vorrichtung
für die
schlingernde Bewegung
der Lokomotive.
Zum Führerstand
Abb. 10.
Einfluß der Blasrohröffnung.
Versuchsstrecke wagerecht.
a. Geschwindigkeit Km/St.
b. Dampfentwickelung m_3 in kg/St.
c. Saugwirkung φ in cm Wasser
d. Rückdruck p_r in at
e. Kohlenverluste in der Rauchkammer R' in %
a. Zuggeschwindigkeit
b. Dampfentwickelung m_3
c. Saugwirkung φ
d. Rückdruck P_r
e. Kohlenverlust R'
qcm
Beschleun
des
Geschwindigkeit Km/St.
ε = 80,5
ε' = 80,6
Abb. 14. Eige
des Fü
Eigen-Widerstand w_{ic} Kg/t
Abb
als Abh
Eigen-Widerstand w_i Kg/t



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Organ

Erg

Versuc

mit

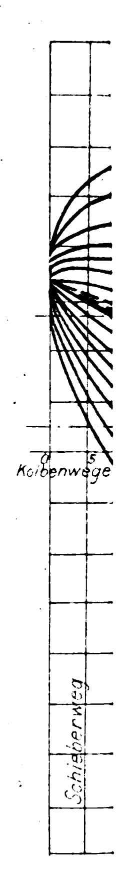
Vier

Lok

Grafer

B

Abb. 6.



Z

Ei

Auswechselung der Träger der Drehöffnung in der Brücke

Abb. 1. Ansicht.

33,8 m

d b

Abb. 2. Grundrifs.

Laufschiene für die neue Brücke

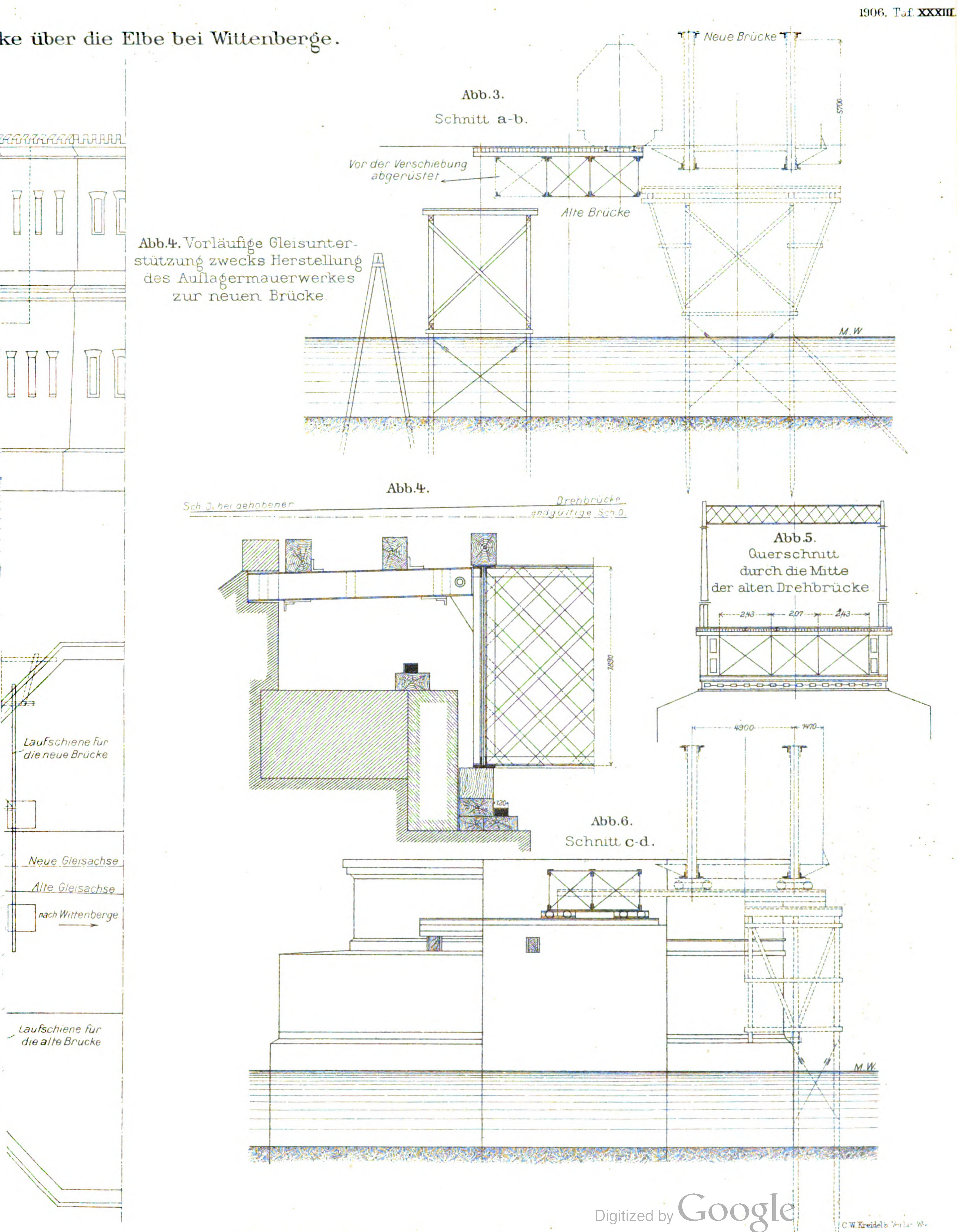
nach Stendal

Laufschiene für die alte Brücke

a

c

ke über die Elbe bei Wittenberge.



C. W. Kreidel's Verlag W.

Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer Vierzylinder Lokomotive Grafenstadener Bauart.

Abb. 41. φ Saugwirkung, Fahrten 5–8 ε = 35,7 u. 40,3 %
m_3 Dampfentwickelung, Fahrten 9–14 ε = 34 %
pm_1 Mittlerer wirklicher Dampfdruck Fahrten {9–14 ε = 34 %; 24–26 ε = 34 %}

a) Saugwirkung φ cm; b) Dampfentwickelung m_3 kg; c) Mittlerer wirklicher Dampfdruck pm_1 at

Niederdruckfüllung ε' %

Abb. 42. Zugkraft u. Leistung für drei verschiedene Niederdruckfüllungen.

a ----- $\varepsilon' = \varepsilon$
b —— $\varepsilon' = \varepsilon + 20$ %
c —— ε' = max.

Geschwindigkeit km/St.

Abb. 43. Schädlicher Raum der Hochdruckzylinder.
1 % des Hubinhaltes = 1 mm
1 at = 3,9 mm

ε = 40,0; 14,0; q = 8,2; q_1 = 2,0; λ_1 = 8,0; λ = 15,5

Abb. 44 Nach Rankine behandelte Dampfdruckschaulinien für verschiedene Niederdruckfüllungen 1 kg = 1,95 mm

Fahrt 24. p = 14 at, p_1 = 13,5 at, p_r = 4,5 at, ε = 43 %, ε' = 44,3 %, v = 55 km/St.

Fahrt 25. p = 14 at, p_1 = 13,5 at, p_r = 3 at, ε = 43 %, ε' = 66 %, v = 66 km/St.

Fahrt 26. p = 14 at, p_1 = 13,5 at, p_r = 2 at, ε = 43 %, ε' = 80,6 %, v = 76 km/St.

Abb. 45. m_2 Nutzbarer Dampfverbrauch.

Wirklicher Dampfverbrauch m_2
Berechneter Dampfverbrauch m_m
$\eta = \frac{m_2}{m_m}$
η = Dampfverbrauch kg/PS St
b Unterschied zwischen dem wirklichen u. berechneten Dampfverbrauche %
Mittlere Geschwindigkeit

Abb. 46. Nutzleistung.

Z und Z_i; L und L_i; L für 1/30; Z für 1/30; L für 1/100; Z für 1/100; L für 1/200; Z für 1/200; L für 1/∞; Z für 1/∞

Abb. 47. Abhängigkeit des Produktes εv von der Saugwirkung φ bei verschiedenen Niederdruckfüllungen.

ε in %, v in km/St.
Produkt εv
Grenzwerte der Dampfentwickelung. m_3 kg/St
—— $\varepsilon' = \varepsilon$
— — $\varepsilon' = \varepsilon + 20$ %
- - - ε' = Höchstwert.
Saugwirkung cm

Abb. 48. Abhängigkeit des Produktes εv von der Geschwindigkeit v. 1530 + 23 v.

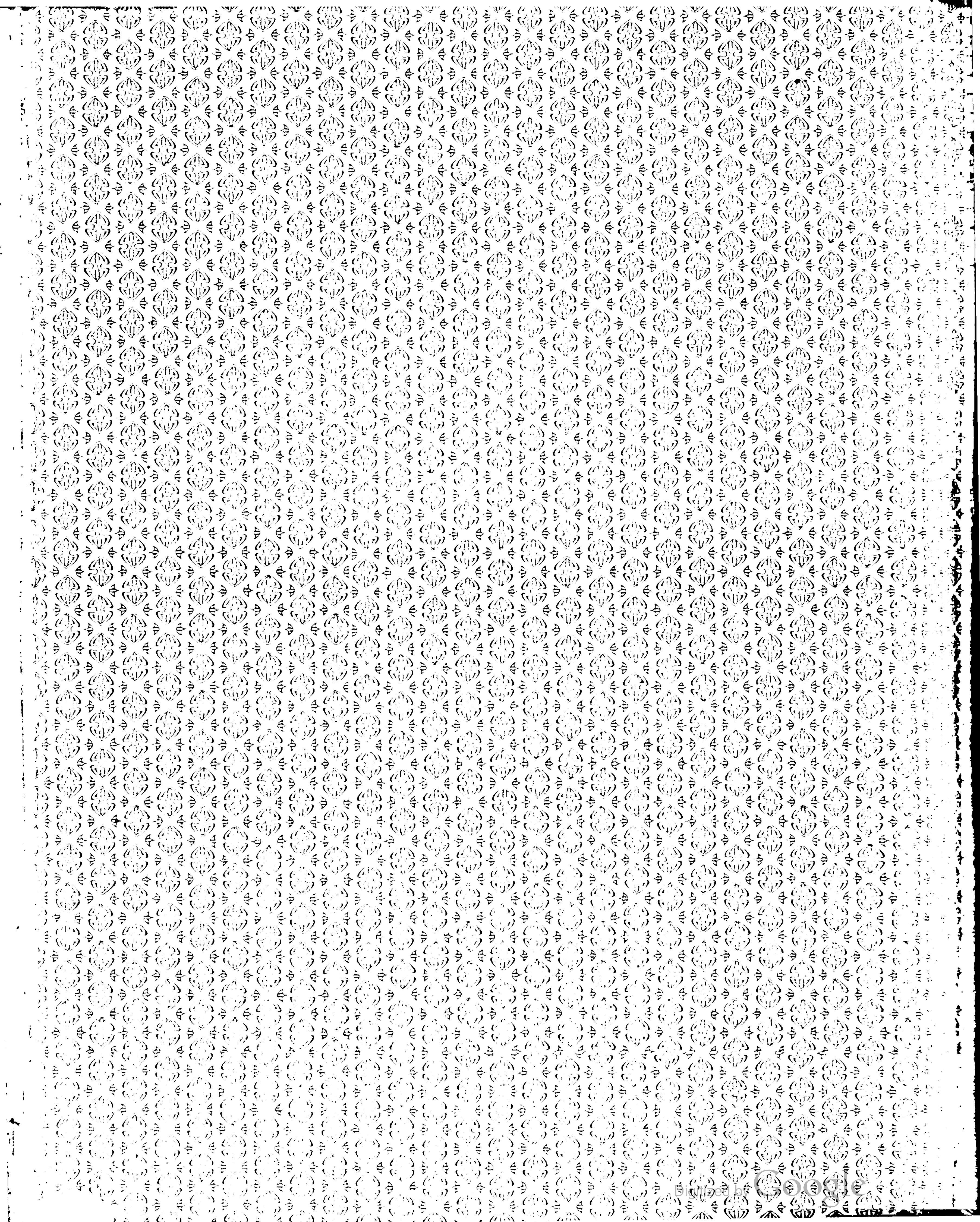
ε in %, v in km/St.
Produkt εv
Geschwindigkeit km/St.

Abb. 49. Abhängigkeit der Hochdruckfüllung ε % von der Geschwindigkeit v
$23 + \frac{1530}{v}$

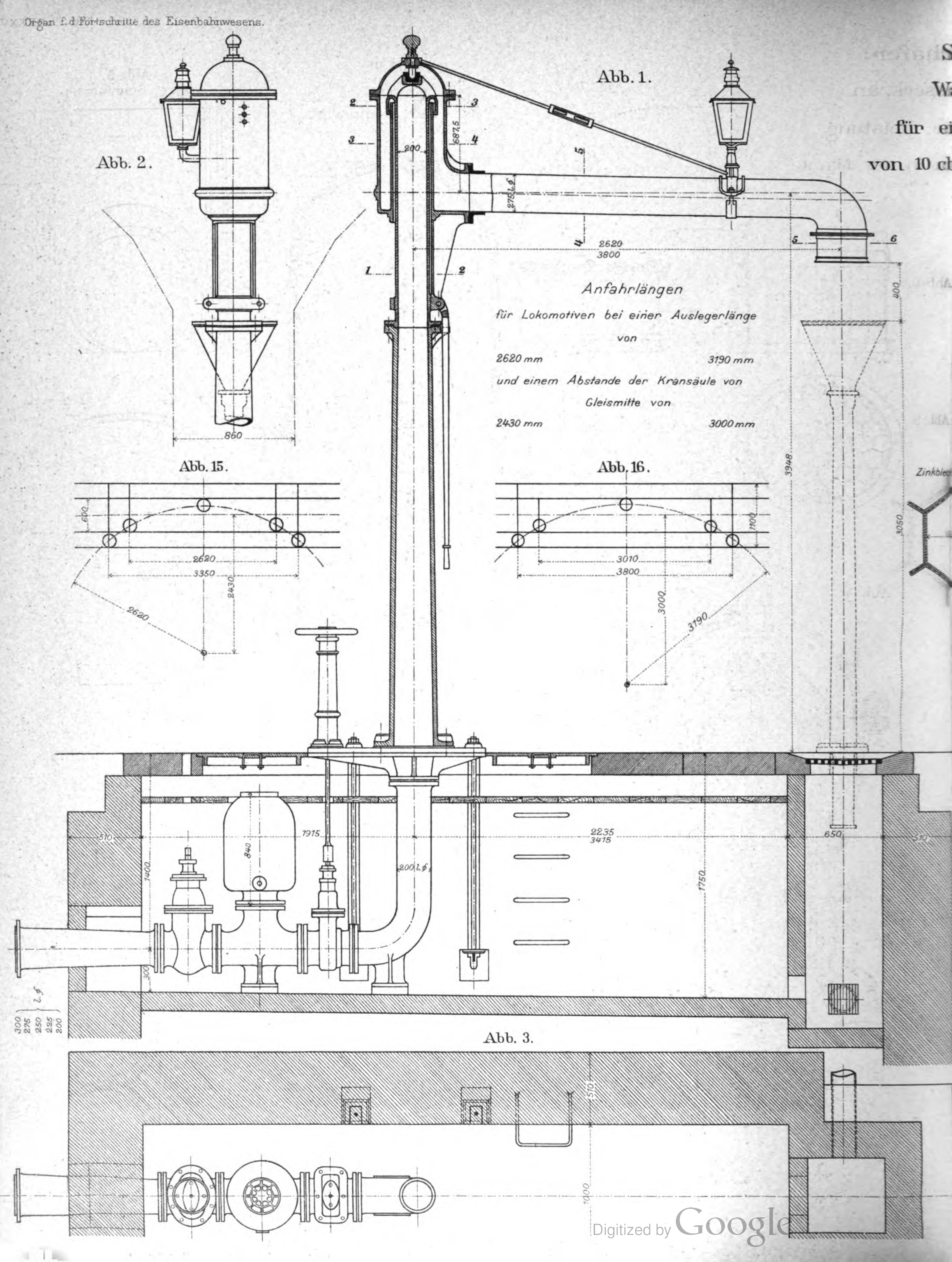
Hochdruckfüllung %
Geschwindigkeit km/St

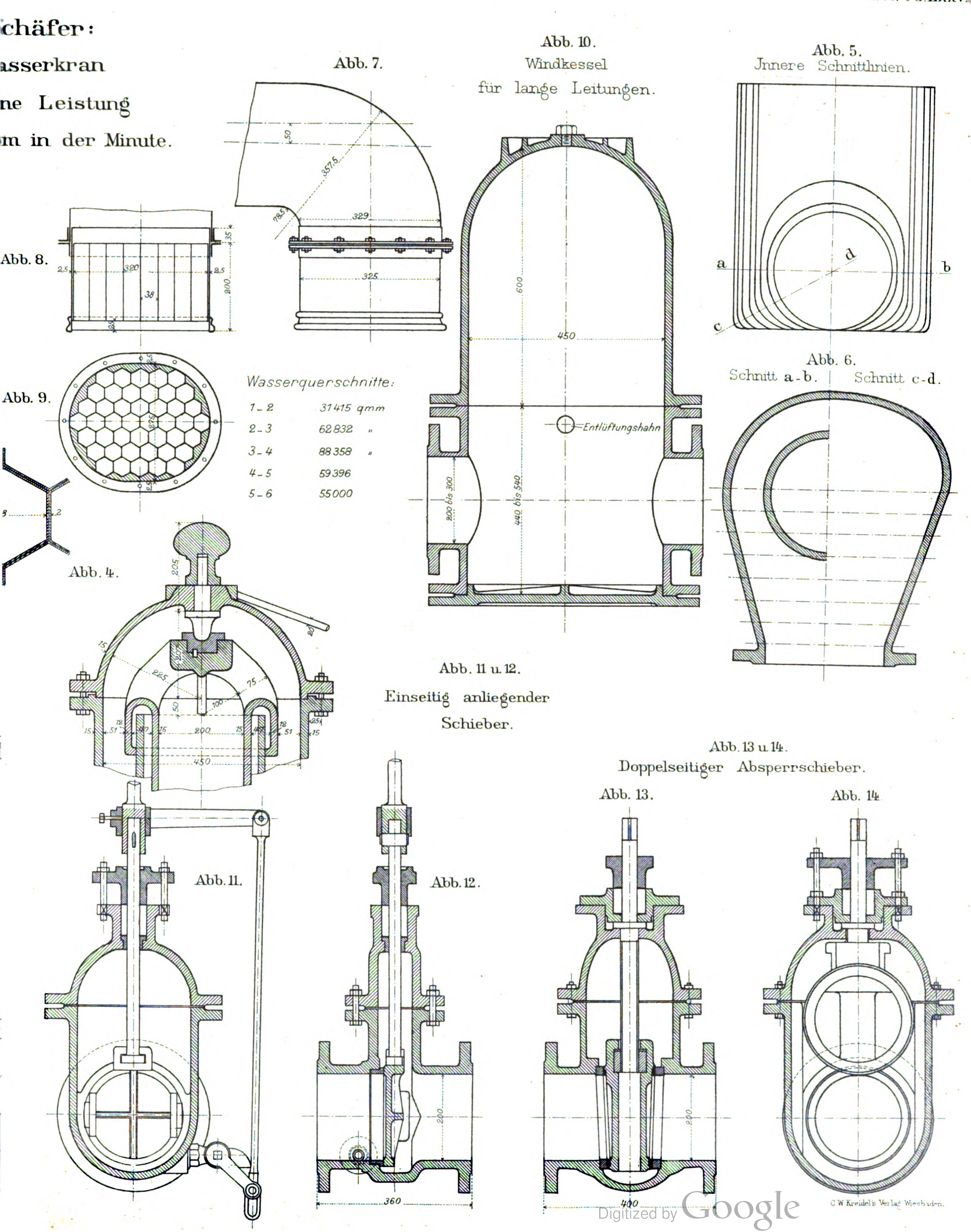
Abb. 50. Abhängigkeit des wirklichen Dampfdruckes pm_1 von der Hochdruckfüllung ε %
= − 4,6 + 0,31 ε

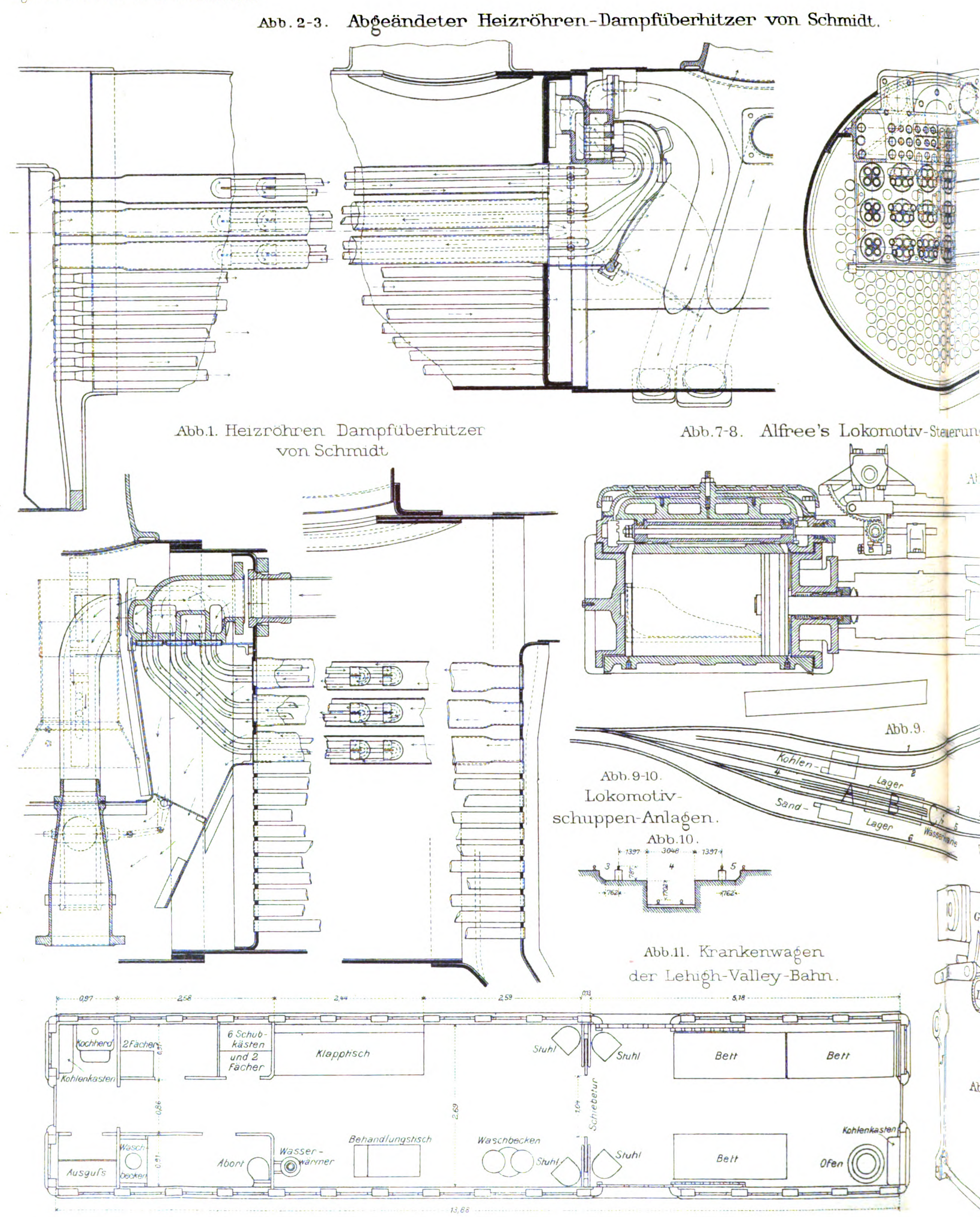
pm_1 in at
Hochdruckfüllung ε %



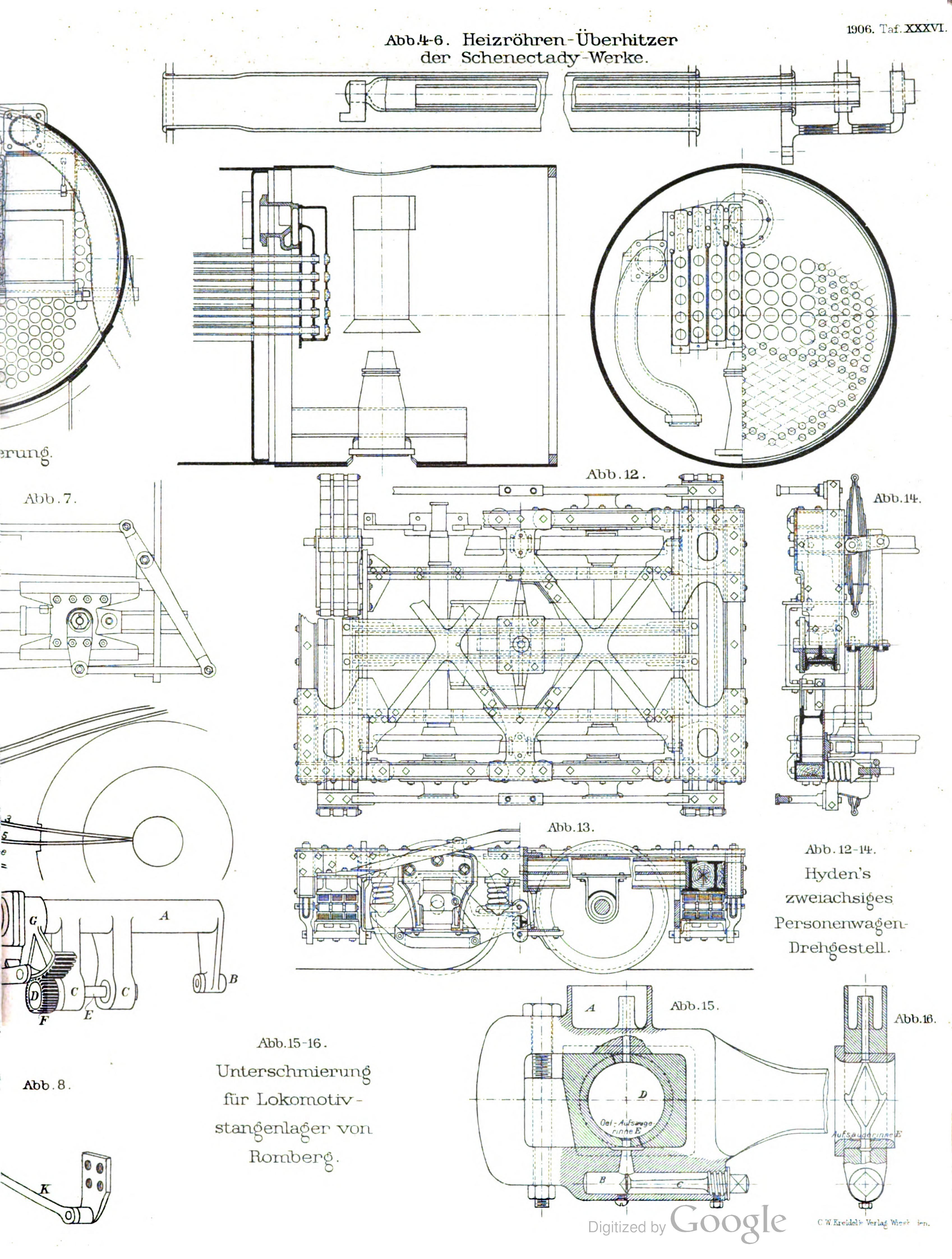

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08013 0936


Abb. 1.
Abb. 2.
860
Anfahrlängen
für Lokomotiven bei einer Auslegerlänge
von
2620 mm
3190 mm
und einem Abstande der Kransäule von
Gleismitte von
2430 mm
3000 mm
Abb. 15.
Abb. 16.
2620
3350
2430
3010
3800
3000
3190
2620
3800
3948
3050
Zinkblech
510
1915
2235
3415
650
840
1400
1750
Abb. 3.
1000
1510
Wa
für ei
von 10 ch


chäfer:
asserkran
ne Leistung
m in der Minute.
Abb. 7.
Abb. 10.
Windkessel
für lange Leitungen.
Abb. 5.
Innere Schnittlinien.
Abb. 8.
Abb. 9.
Abb. 4.
Abb. 6.
Schnitt a-b.
Schnitt c-d.
Wasserquerschnitte:
1-2 31415 qmm
2-3 62832 "
3-4 88358 "
4-5 59396
5-6 55000
Entlüftungshahn
Abb. 11 u. 12.
Einseitig anliegender
Schieber.
Abb. 13 u. 14.
Doppelseitiger Absperrschieber.
Abb. 13.
Abb. 14.
Abb. 11.
Abb. 12.
C.W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.

Abb. 1 – 6. Zellenwagen für Beförder

Abb. 1. Längenschnitt.

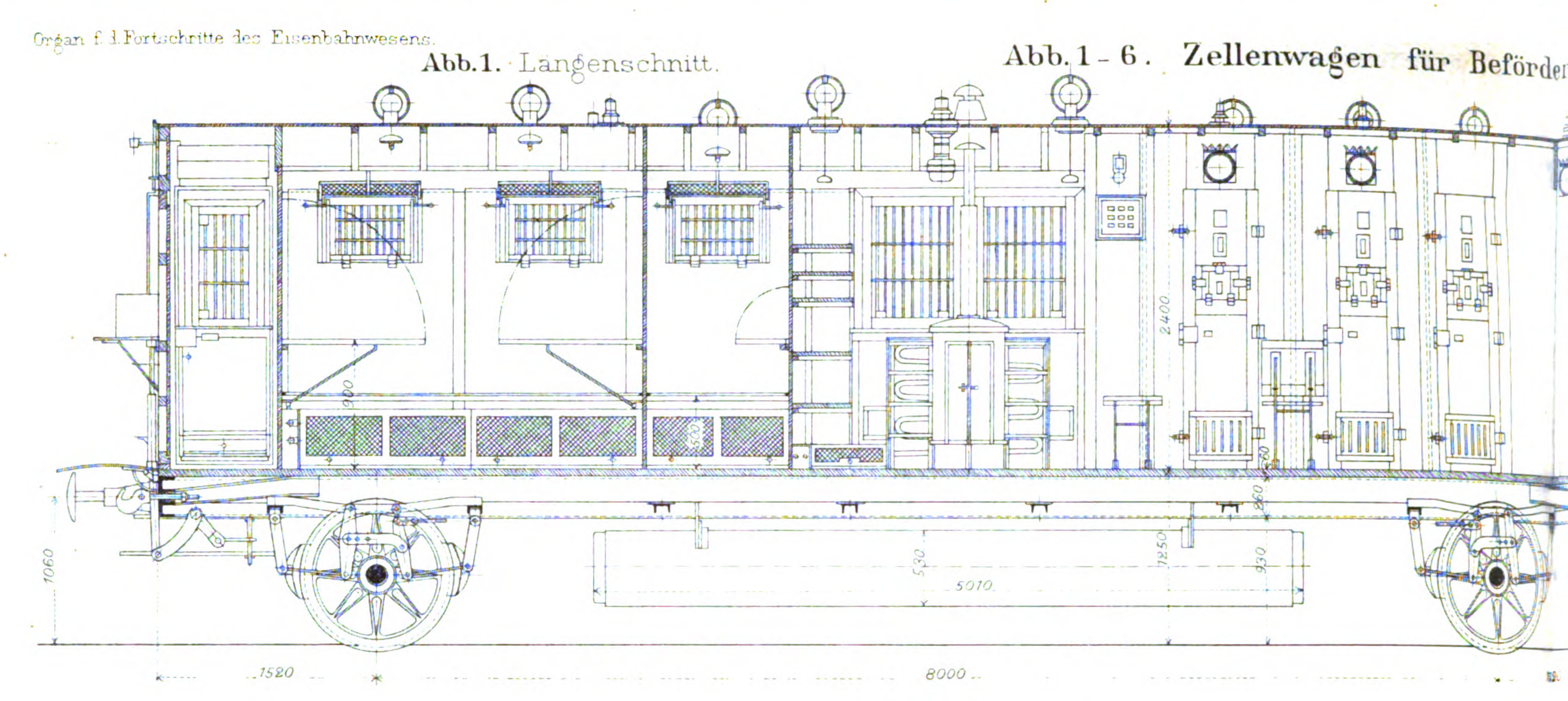


Abb. 4. Grundrifs.

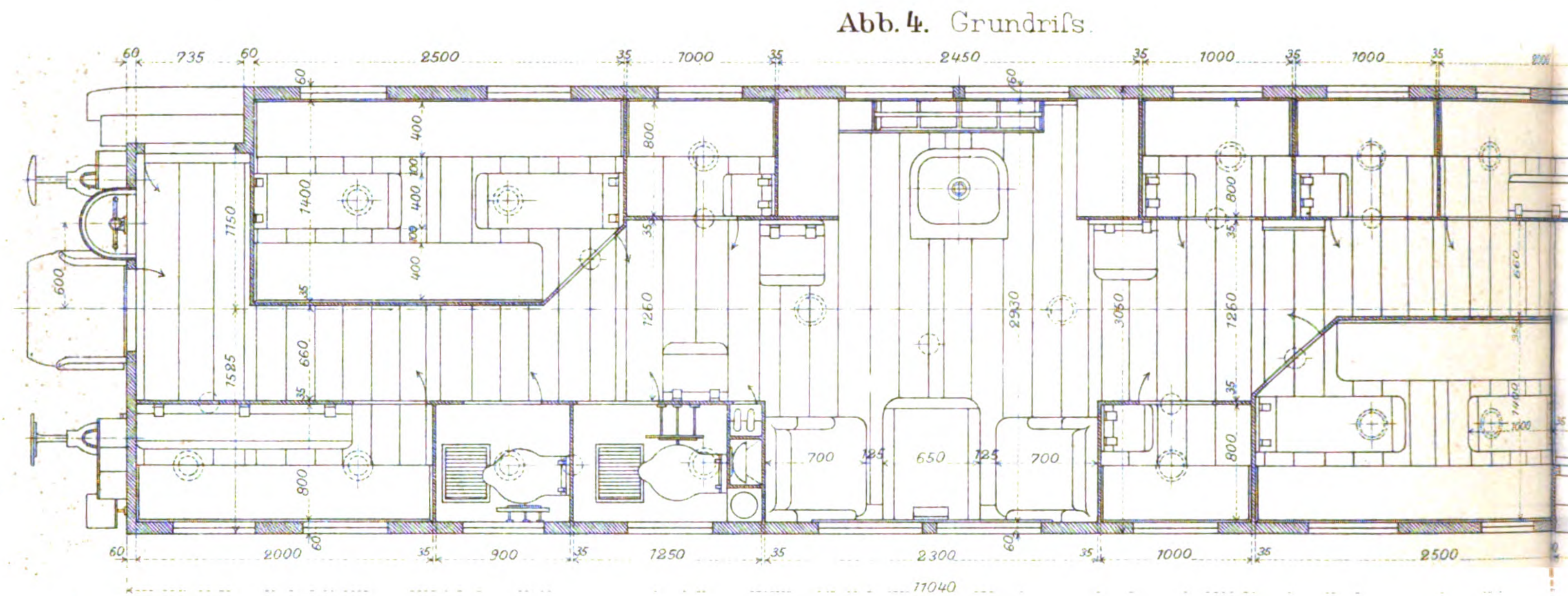
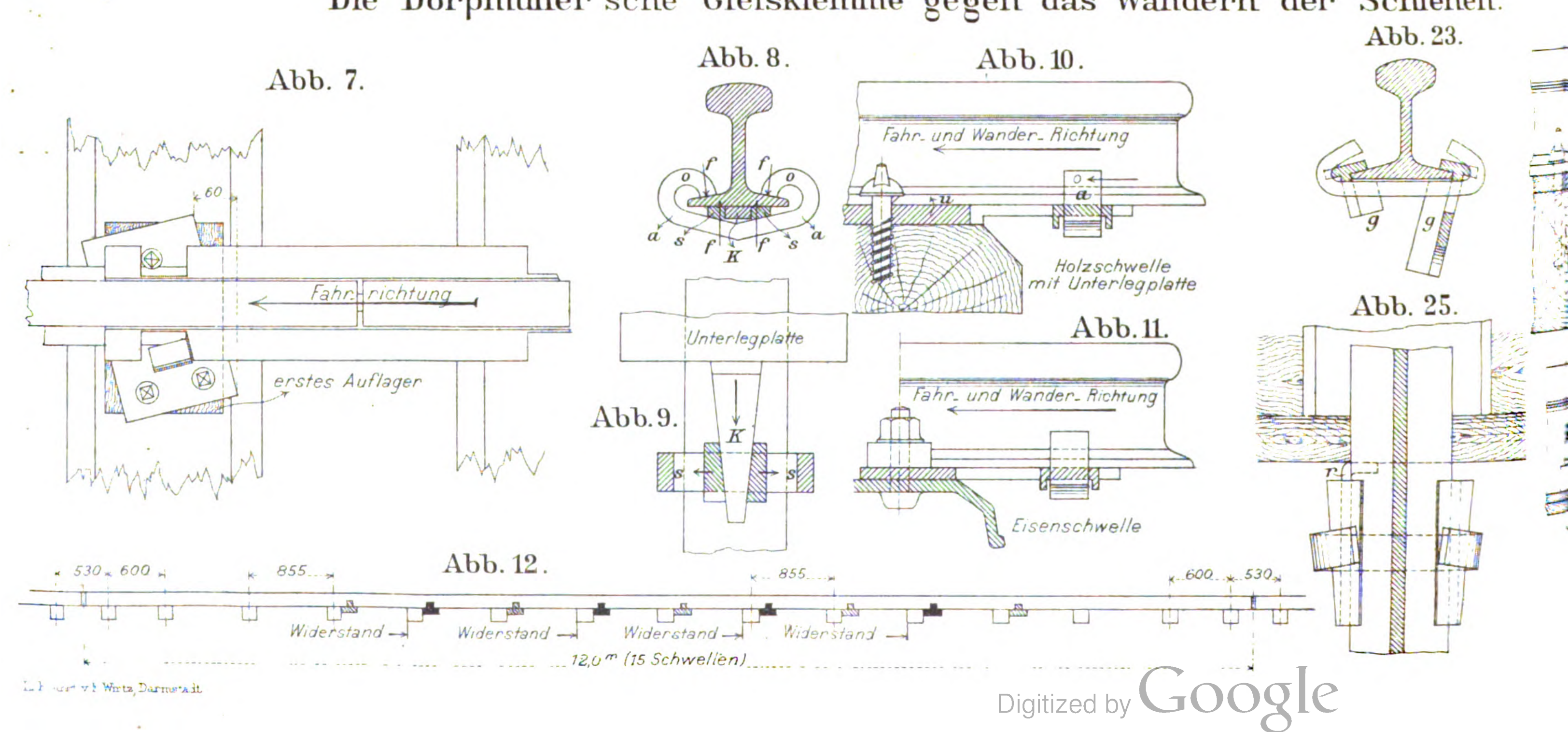
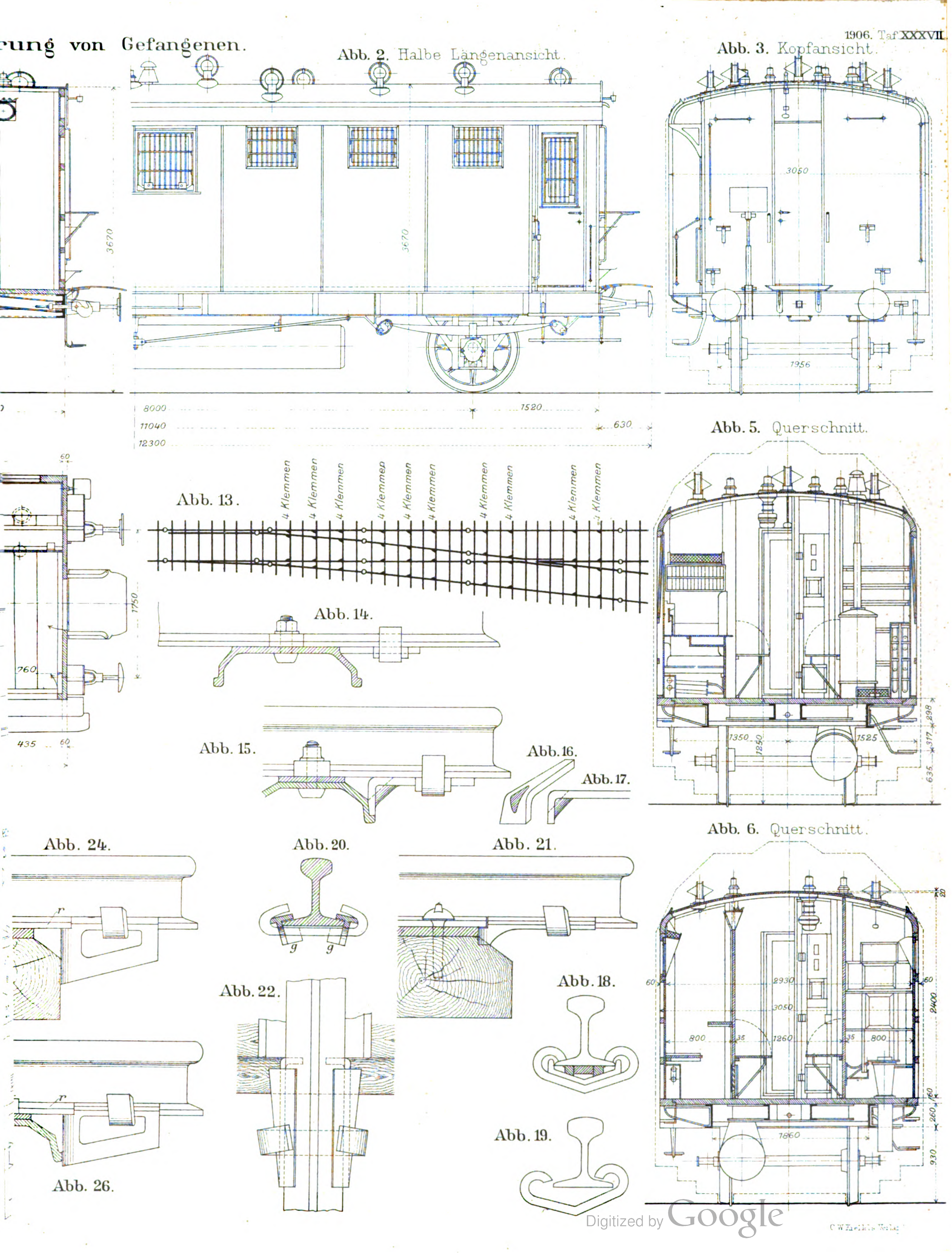


Abb. 7 – 26.

Die Dorpmüller'sche Gleisklemme gegen das Wandern der Schienen.

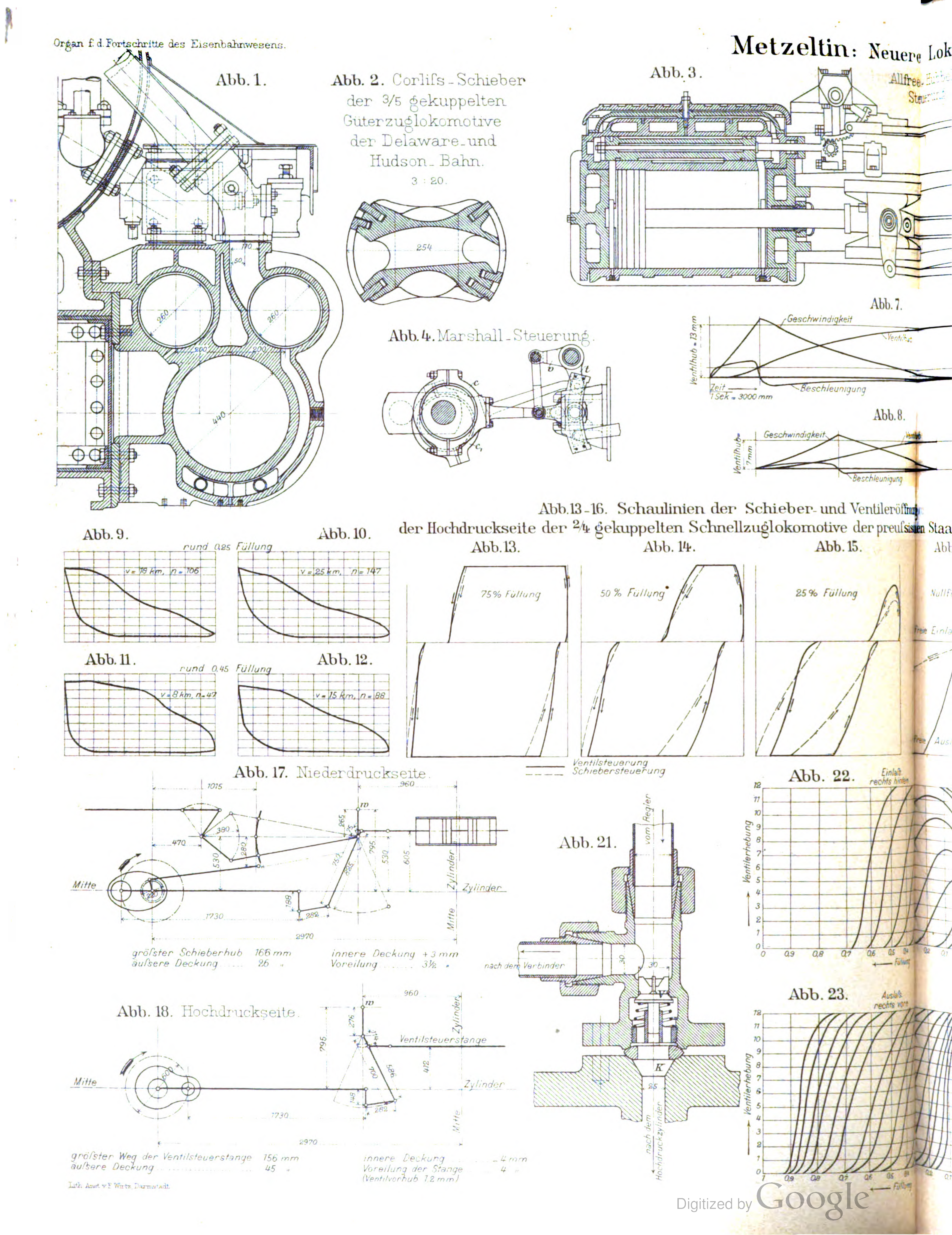


L. Ph. ... & Wirtz, Darmstadt.

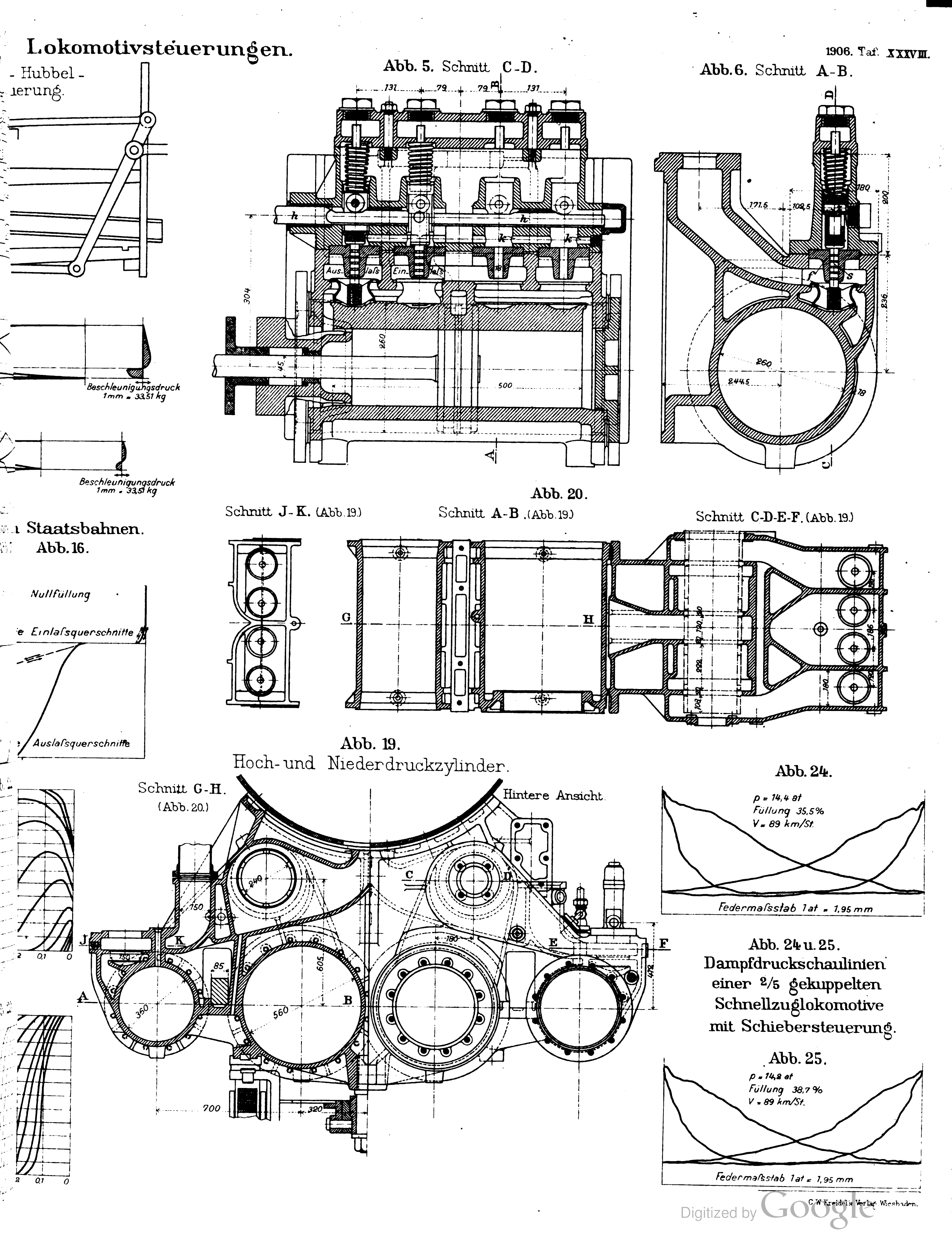


C.W. Kreidel's Verlag

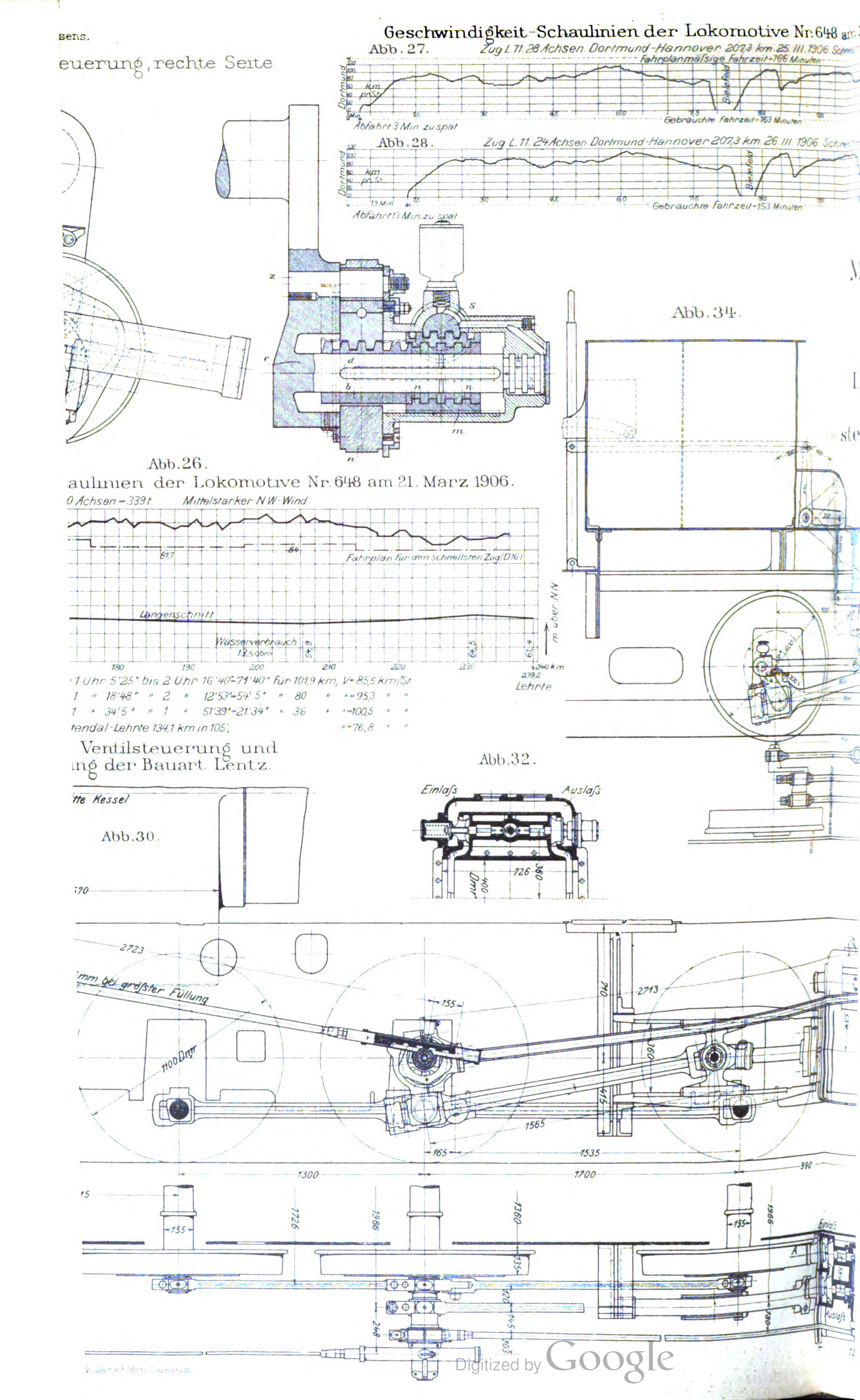
Metzeltin: Neuere Lok



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

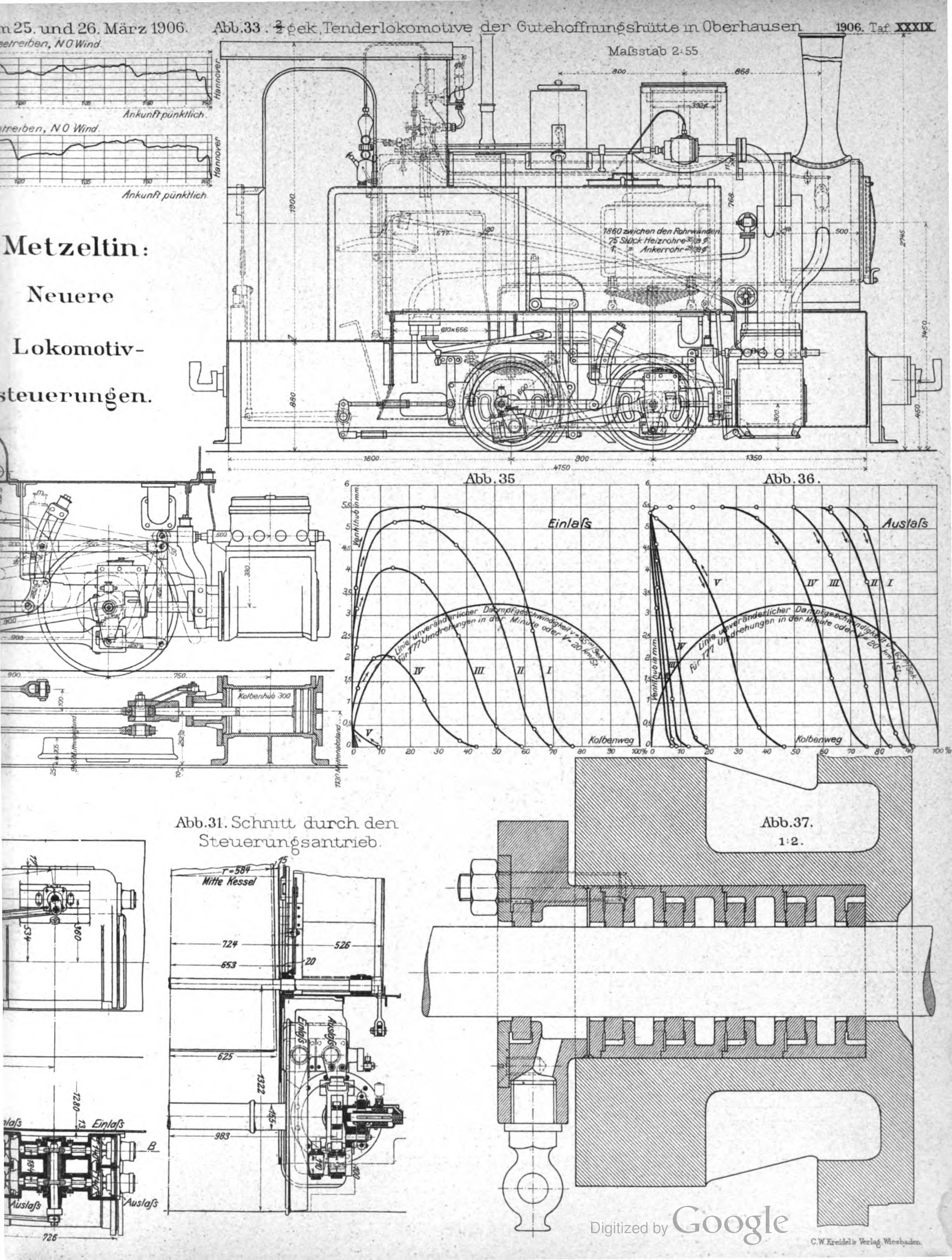


C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.



sens.
Geschwindigkeit-Schaulinien der Lokomotive Nr. 648
euerung, rechte Seite
Abb. 27.
Zug L. 11. 28 Achsen. Dortmund-Hannover 207,3 km 25. III. 1906.
Fahrplanmäßige Fahrzeit-166 Minuten
Gebrauchte Fahrzeit-163 Minuten
Abfahrt 3 Min. zu spät
Abb. 28.
Zug L. 11. 24 Achsen. Dortmund-Hannover 207,3 km. 26. III. 1906.
Gebrauchte Fahrzeit-153 Minuten
Abfahrt 13 Min. zu spät
Dortmund
Bielefeld
Abb. 34.
Abb. 26.
aulinien der Lokomotive Nr. 648 am 21. März 1906.
0 Achsen = 339 t.
Mittelstarker N W-Wind
Fahrplan für den schnellsten Zug (D 16)
Längenschnitt
Wasserverbrauch
m über NN
Lehrte
Ventilsteuerung und
ng der Bauart Lentz.
Abb. 32.
Einlaß
Auslaß
Abb. 30.
Kessel
mm bei größter Füllung
1100 Dmr.

Metzeltin: Neuere Lokomotiv-steuerungen.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

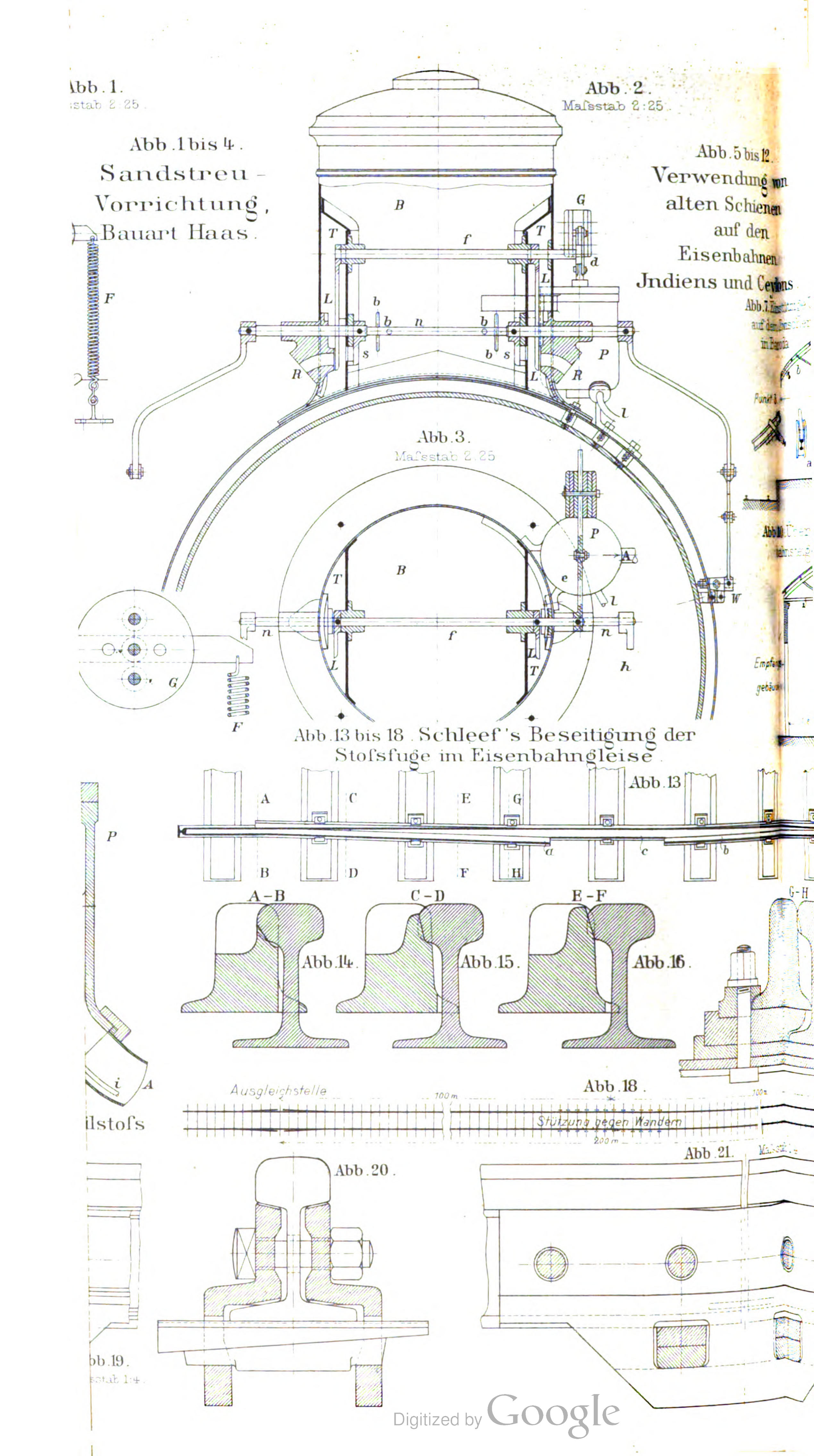


Abb. 1.
Abb. 1 bis 4.
Sandstreu-Vorrichtung, Bauart Haas.
Abb. 2.
Mafsstab 2:25
Abb. 5 bis 12.
Verwendung von alten Schienen auf den Eisenbahnen Jndiens und Ceylons
Abb. 3.
Mafsstab 2:25
Abb. 13 bis 18. Schleef's Beseitigung der Stofsfuge im Eisenbahngleise.
Abb. 13
Abb. 14.
Abb. 15.
Abb. 16.
Ausgleichstelle
Abb. 18.
Stützung gegen Wandern
Abb. 20.
Abb. 21.

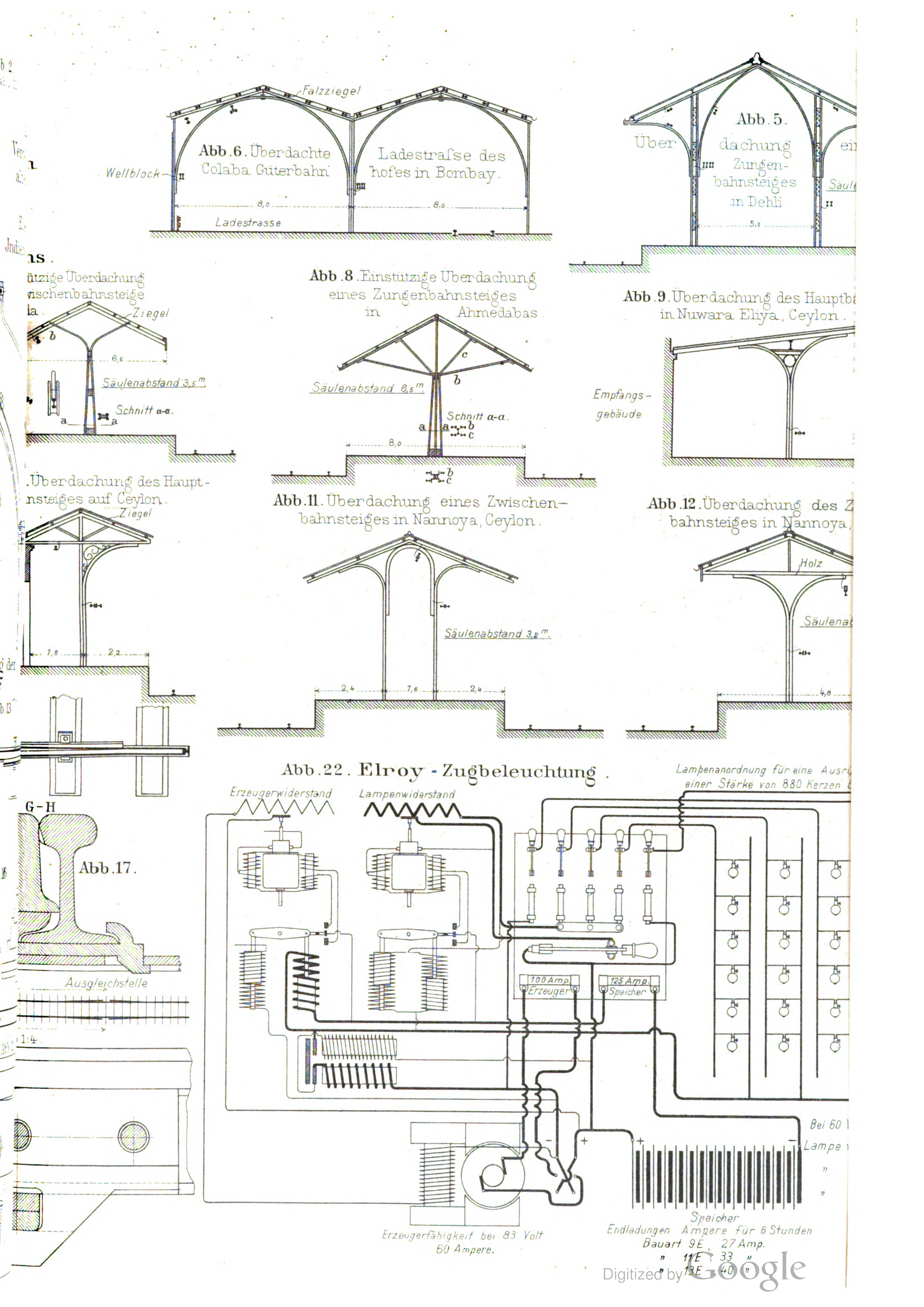
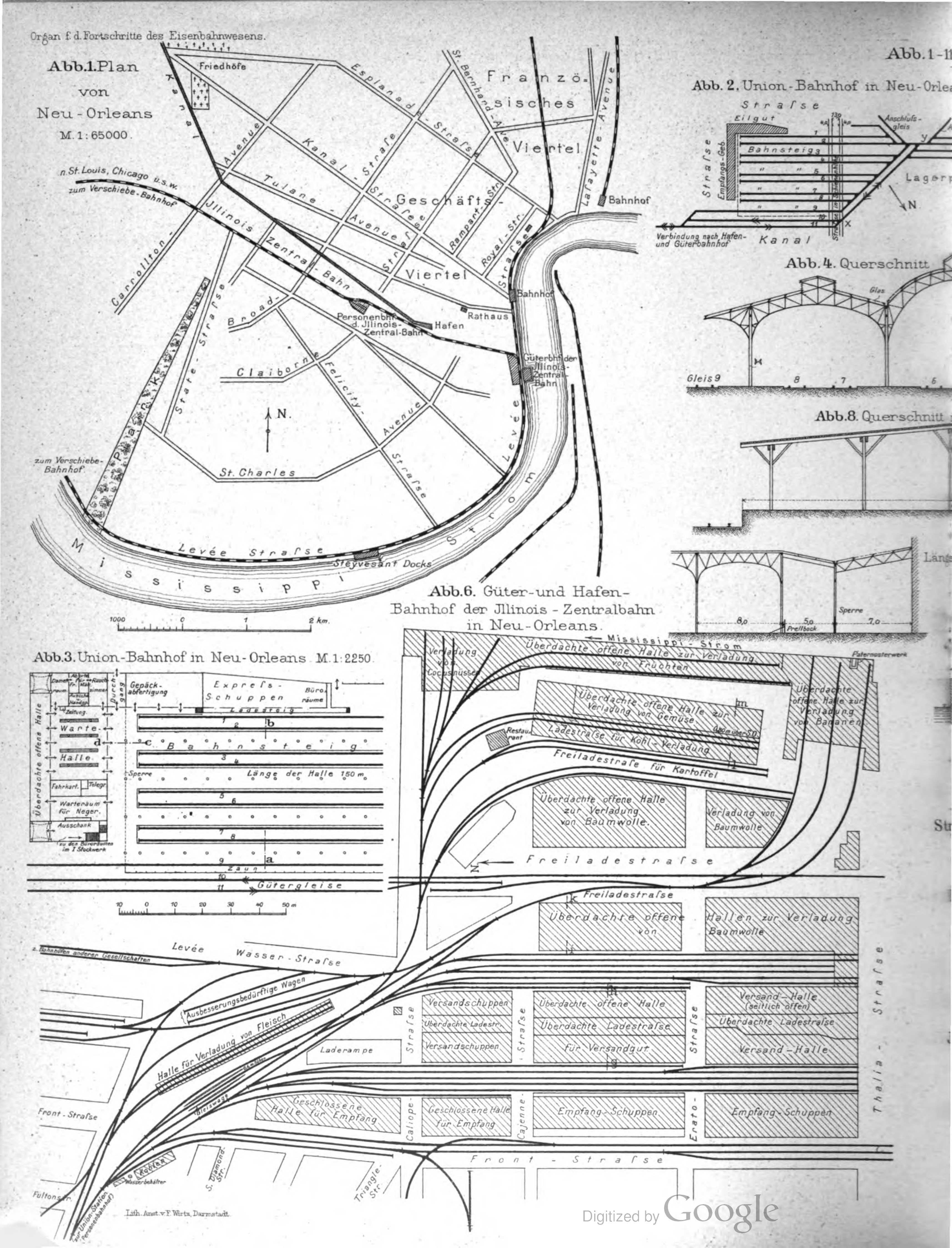


Abb. 6. Überdachte Ladestraſse des Colaba Güterbahnhofes in Bombay.
Falzziegel
Wellblock
Ladestrasse
Abb. 5. Überdachung eines Zungenbahnsteiges in Dehli
Abb. 8. Einstützige Überdachung eines Zungenbahnsteiges in Ahmedabas.
Säulenabstand 6,5 m
Schnitt a-a.
Abb. 9. Überdachung des Hauptb
in Nuwara Eliya, Ceylon.
Empfangs-gebäude
Ziegel
Säulenabstand 3,5 m
Überdachung des Haupt-
nsteiges auf Ceylon.
Abb. 11. Überdachung eines Zwischen-bahnsteiges in Nannoya, Ceylon.
Säulenabstand 3,2 m.
Abb. 12. Überdachung des Z
bahnsteiges in Nannoya,
Holz
G-H
Abb. 17.
Ausgleichstelle
Abb. 22. Elroy-Zugbeleuchtung.
Erzeugerwiderstand
Lampenwiderstand
Lampenanordnung für eine Ausr
einer Stärke von 880 Kerzen
100 Amp. Erzeuger
125 Amp. Speicher
Erzeugerfähigkeit bei 83 Volt 60 Ampere.
Speicher
Endladungen Ampere für 6 Stunden
Bauart 9E 27 Amp.
" 11E 33 "
" 13E 40 "



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

. Die Bahnhofsanlagen der Illinois - Zentralbahn in Neu - Orleans.

...ns.

Abb. 7. Querschnitt g-h. (Abb. 6.) M. 1:300.

...a-b (Abb. 3.) 1:400.

Abb. 10.

...k (Abb. 6) M. 1:300.

Abb. 9. Querschnitt l-m (Abb. 6) M. 1:300.

Abb. 5.
...schnitt c-d. (Abb. 3)
M. 1:400.

Abb. 11. Querschnitt n-o (Abb. 10) M. 1:300.

Abb. 12-15.
...ßenbrücke
aus
...isenbeton
bei
Binney.
...Chicago,
...dianopolis
und
St. Louis-
Bahn.

Abb. 12.

Schnitt b-b

Abb. 13.

Schnitt c-c.

Schnitt a-a.

Abb. 14.

Abb. 15. Ansicht des Brückenkopfes.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1. Blockwerke der Handblocksignale der Chicago- und Ost-Illinois-Bahn.

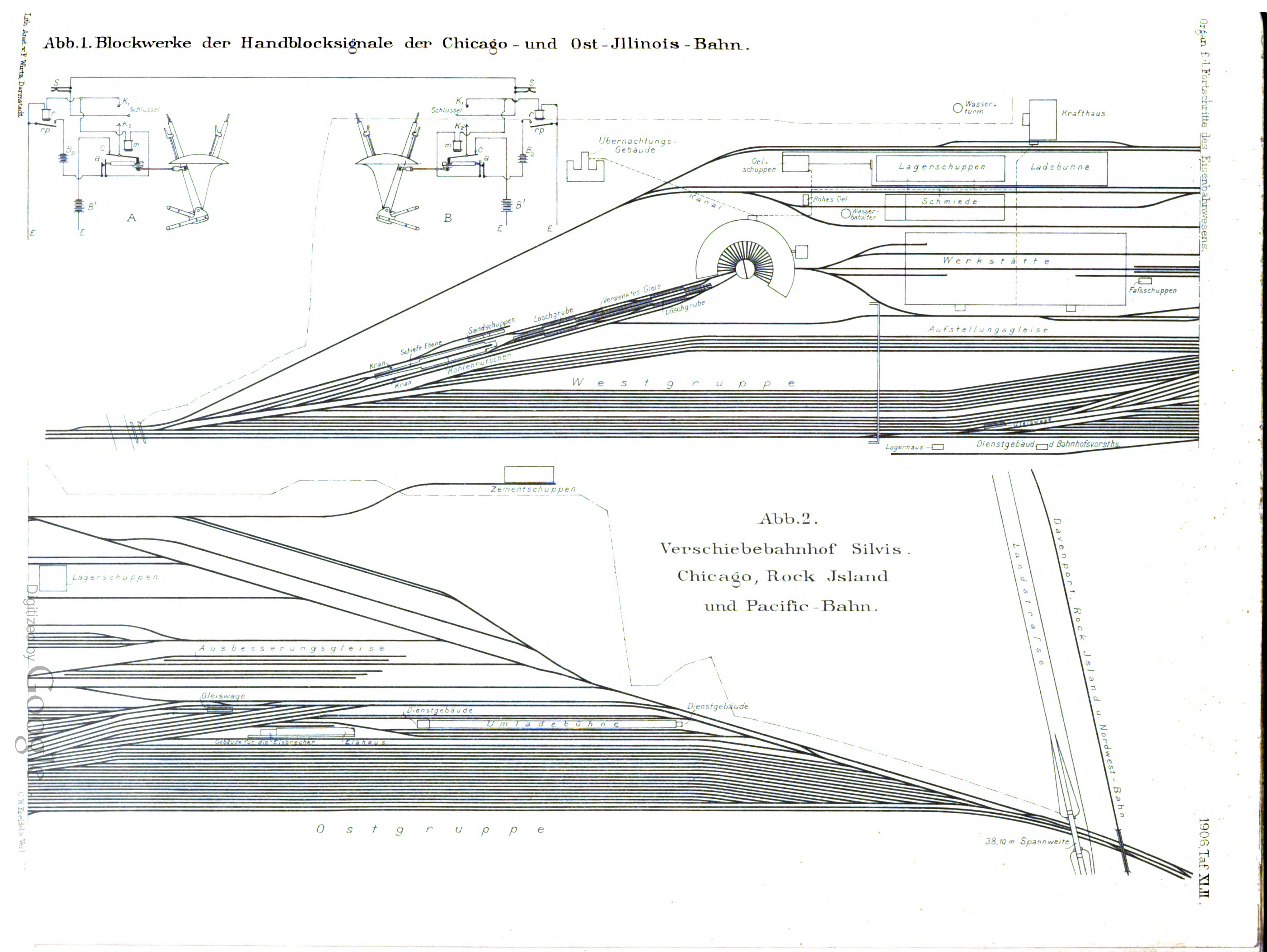


Abb. 2. Verschiebebahnhof Silvis. Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn.

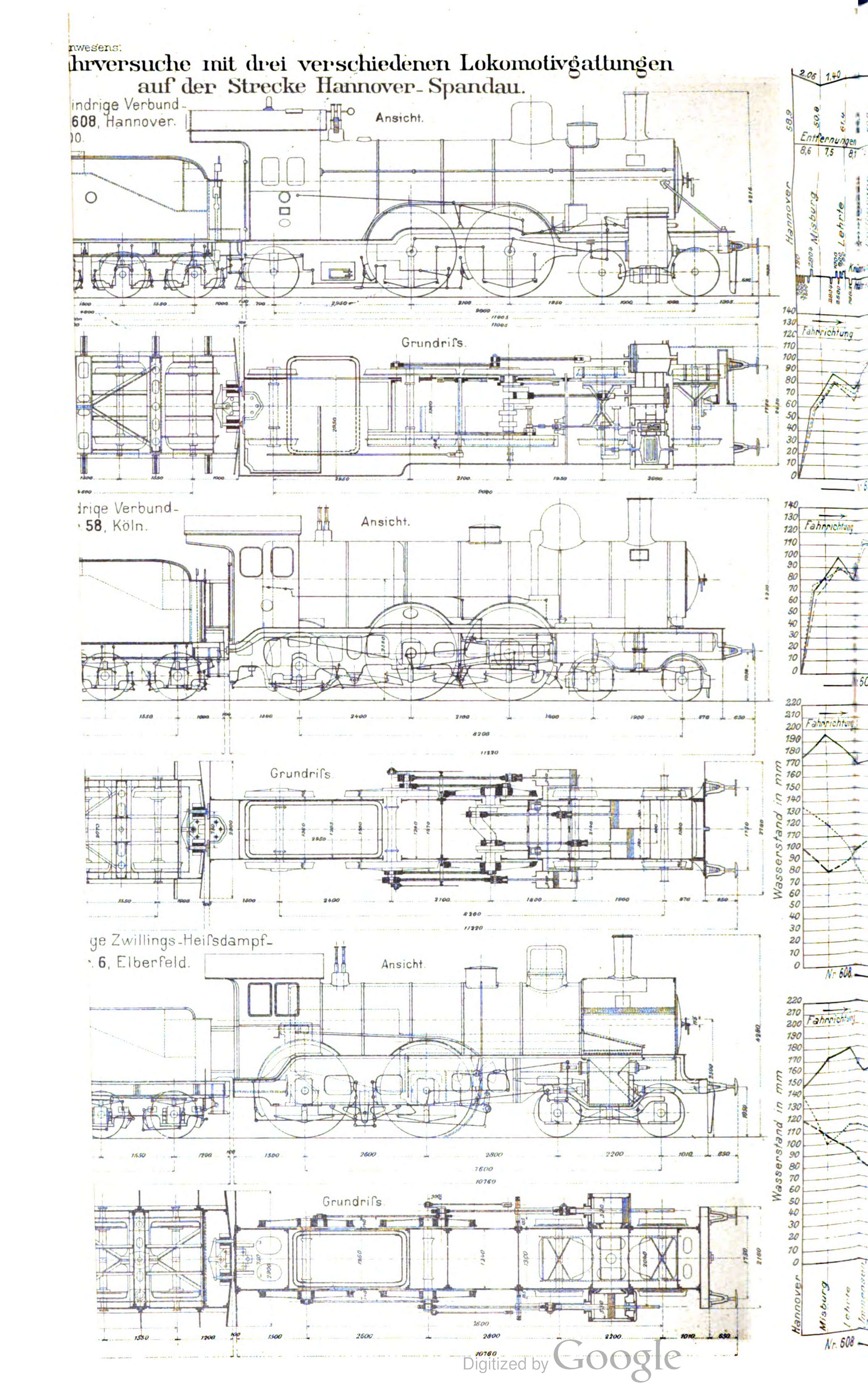
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verl.

06. Taf. XLIII.

50.

330

330

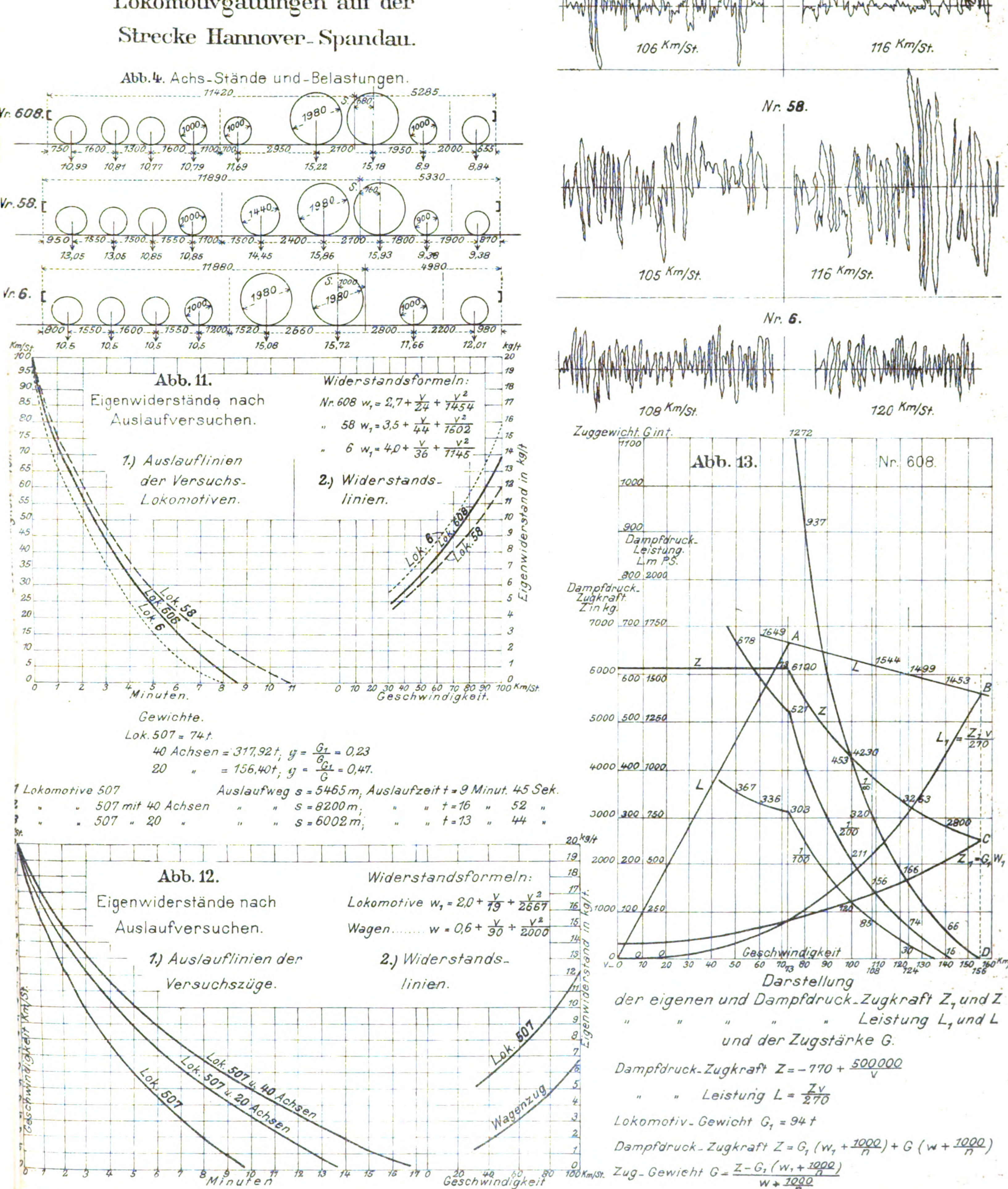


…nwesens:
…hrversuche mit drei verschiedenen Lokomotivgattungen auf der Strecke Hannover-Spandau.
…indrige Verbund-
…608, Hannover.
Ansicht.
Grundrifs.
…drige Verbund-
…58, Köln.
Ansicht.
Grundrifs.
…ge Zwillings-Heifsdampf-
… 6, Elberfeld.
Ansicht.
Grundrifs.
Entfernungen
Hannover
Misburg
Lehrte
Fahrrichtung
Wasserstand in mm
Nr. 608



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Schnellfahrversuche mit drei verschiedenen Lokomotivgattungen auf der Strecke Hannover-Spandau.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer Vierzylinder Lokomotive Grafenstadener Bauart.

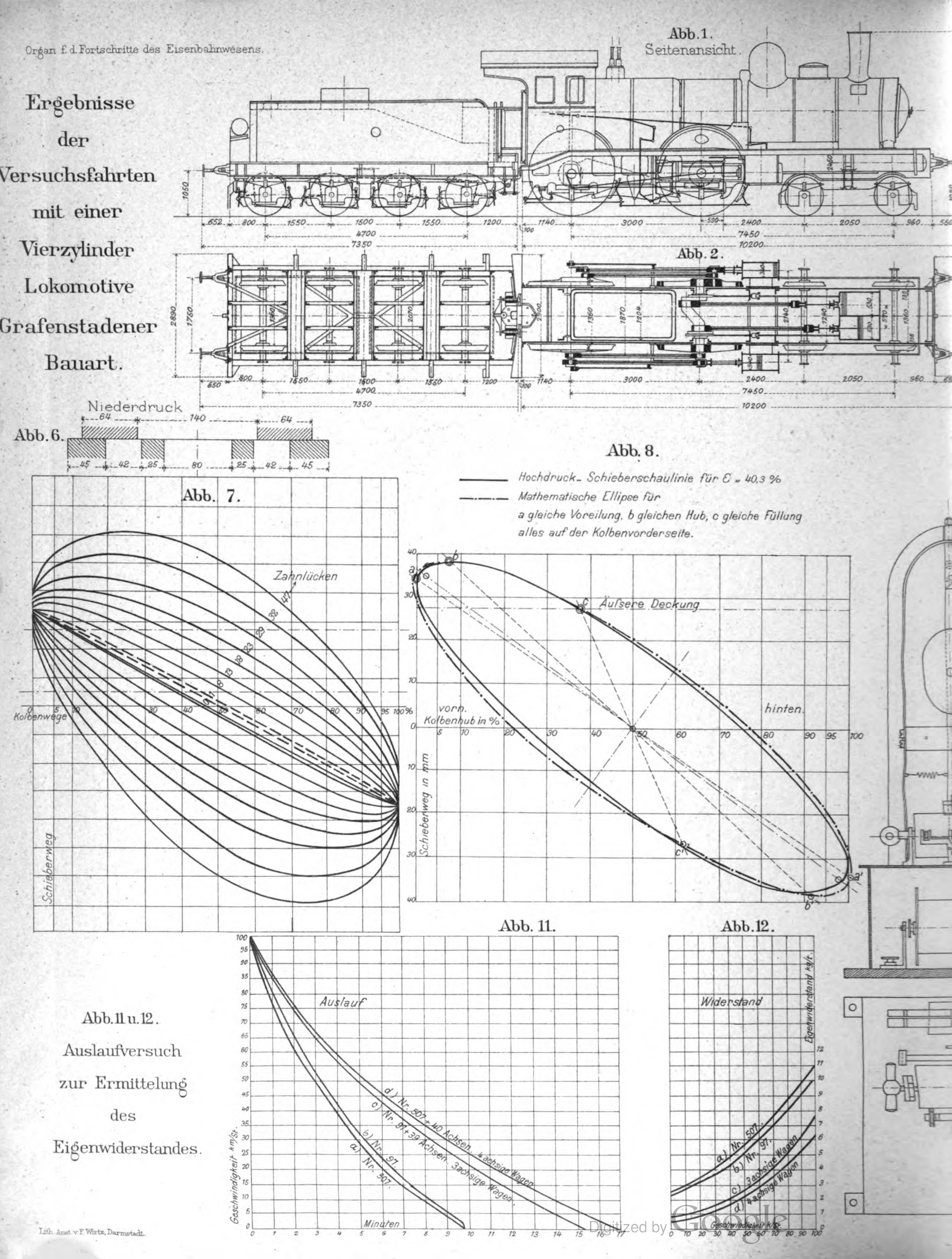


Abb. 11 u. 12. Auslaufversuch zur Ermittelung des Eigenwiderstandes.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

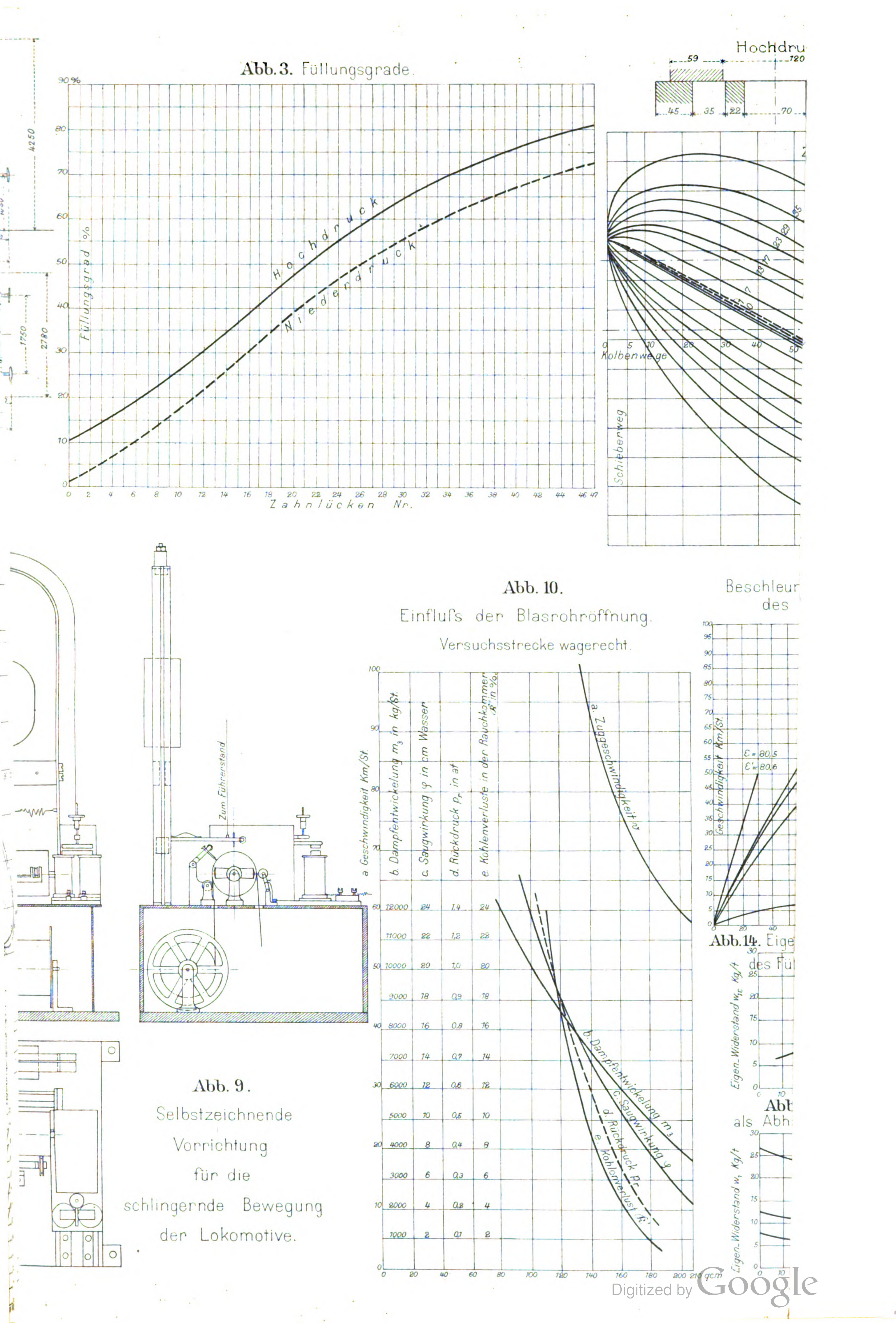
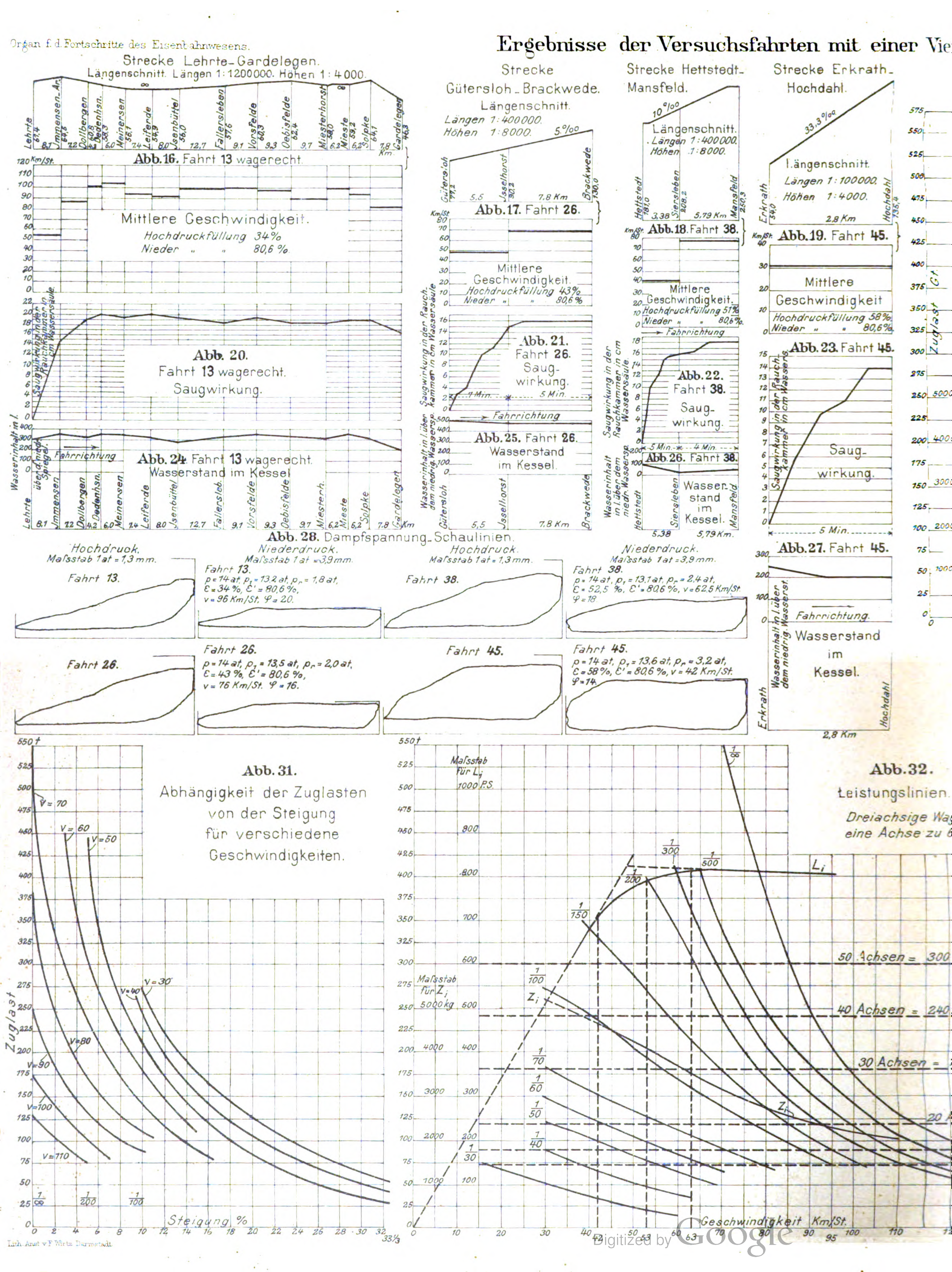
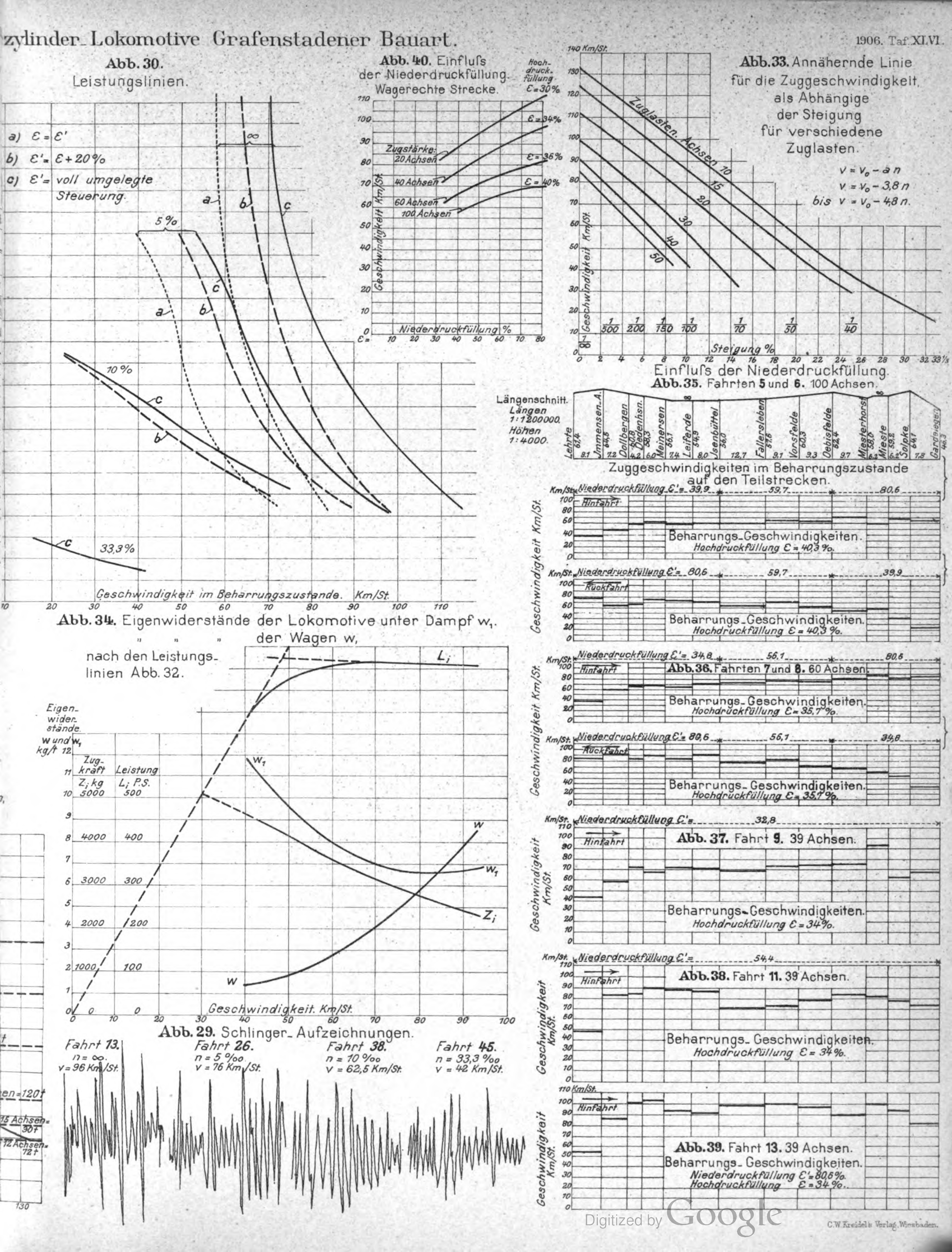


Abb. 9. Selbstzeichnende Vorrichtung für die schlingernde Bewegung der Lokomotive.

Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer Vie



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Ergebnisse der Versuchsfahrten mit einer Vierzylinder Lokomotive Grafenstadener Bauart.

Abb. 41. φ Saugwirkung, Fahrten 5–8 $\varepsilon = 35{,}7$ u. $40{,}3\%$
m_3 Dampfentwickelung, Fahrten 9–14 $\varepsilon = 34\%$
p_m, Mittlerer wirklicher Dampfdruck
Fahrten {9–14 $\varepsilon = 34\%$; 24–26 $\varepsilon = 34\%$}

a) Saugwirkung φ cm; b) Dampfentwickelung m_3 kg; c) Mittlerer wirklicher Dampfdruck p_m
Niederdruckfüllung ε' %

Abb. 43. Schädlicher Raum der Hochdruckzylinder.
1% des Hubinhaltes = 1 mm
1 at = 3,9 mm

$\varepsilon = 40{,}0$; $q = 8{,}2$; $q_1 = 2{,}0$; $\lambda_1 = 8{,}0$; $\lambda = 15{,}5$; 14,0; 1,0

Abb. 42. Zugkraft u. Leistung für drei verschiedene Niederdruckfüllungen.

L_i 1000 P.S.; Z_i 5000 kg
a —— $\varepsilon' = \varepsilon$
b —— $\varepsilon' = \varepsilon + 20\%$
c —— $\varepsilon' =$ max.
Geschwindigkeit km/St.

Abb. 44 Nach Rankine behandelte Dampfdruckschaulinien für verschiedene Niederdruckfüllungen 1 kg = 1,95 mm

Fahrt 24. $p = 14$ at, $p_1 = 13{,}5$ at, $p_r = 4{,}5$ at, $\varepsilon = 43\%$, $\varepsilon' = 44{,}3\%$, $v = 55$ km/St.

Fahrt 25. $p = 14$ at, $p_1 = 13{,}5$ at, $p_r = 3$ at, $\varepsilon = 43\%$, $\varepsilon' = 66\%$, $v = 66$ km/St.

Fahrt 26. $p = 14$ at, $p_1 = 13{,}5$ at, $p_r = 2$ at, $\varepsilon = 43\%$, $\varepsilon' = 80{,}6\%$, $v = 76$ km/St.

Abb. 46. Nutzleistung.

Z und Z_i; L und L_i; 5000 kg; 1000 P.S.; 5300; 2300 43%; 170 43%
Z_i; L_i; Z für 1/100; L für 1/100; Z für 1/30; L für 1/30; L für 1/60; Z für 1/60; L für 1/4; Z für 1/4
v = 0

Abb. 47. Abhängigkeit des Produktes εv von der Saugwirkung φ bei verschiedenen Niederdruckfüllungen.

ε in %, v in km/St.
Produkt εv
Grenzwerte der Dampfentwickelung.
m_3 kg/St
—— $\varepsilon' = \varepsilon$
—— $\varepsilon' = \varepsilon + 20\%$
- - - $\varepsilon' =$ Höchstwert.
Saugwirkung cm

Abb. 48. Abhängigkeit des Produktes εv von der Geschwindigkeit v
$1530 + 23\,v$.
ε in %, v in km/St.
Produkt εv
Geschwindigkeit km/St.

Abb. 45. m_2 Nutzbarer Dampfverbrauch.

m_2 und m_1 kg/St.
$\eta = \frac{m_2}{L_m}$
$m_1 - m_2$ 100 / m_1
Wirklicher Dampfverbrauch m_1
Berechneter Dampfverbrauch m_2
η = Dampfverbrauch kg/PS. St.
Unterschied zwischen dem wirklichen u. berechneten Dampfverbrauche %
Mittlere Geschwindigkeit

Abb. 49. Abhängigkeit der Hochdruckfüllung ε % von der Geschwindigkeit v
$23 + \frac{1530}{v}$

Hochdruckfüllung %
Geschwindigkeit km/St.

Abb. 50. Abhängigkeit des wirklichen Dampfdruckes p_m, von der Hochdruckfüllung ε %
$= -4{,}6 + 0{,}31\,\varepsilon$

p_m in at
Hochdruckfüllung ε %

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

